

## TUGAS AKHIR (KP 1701)



**ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS  
PENGADAAN KAPAL KERUK YANG SESUAI  
UNTUK PELABUHAN TRISAKTI  
BANJARMASIN**



RSPe  
623.812 8  
Kld  
a-1  
2002

OLEH :

**WAHYU WIDODO**

NRP. 4195100021

**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2002**

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	8-4-2003
Terima Dari	r/
No. Agenda Perp	216997

## LEMBAR PENGESAHAN

# ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PENGADAAN KAPAL KERUK YANG SESUAI UNTUK PELABUHAN TRISAKTI BANJARMASIN

## TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana

Pada :

Jurusan Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

  
Surabaya, Februari 2003

Mengetahui / Menyetujui :

Dosen Pembimbing,



  
Ir. I.G.M. SANTOSA

NIP. 130359269

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER (ITS)

**ABSTRAK**

FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN

Sarjana Teknik (S1)

ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PENGADAAN KAPAL KERUK  
YANG SESUAI UNTUK PELABUHAN TRISAKTI BANJARMASIN

Oleh : Wahyu Widodo  
Dosen Pembimbing : Ir. I.G.M. Santosa

Pendangkalan yang terus-menerus terjadi di alur masuk Pelabuhan Trisakti Banjarmasin menyebabkan Pemerintah Propinsi Kalimantan Selatan berkeinginan membuat alur baru dengan dimensi panjang 12 km, lebar 100 m, dan kedalaman -5 m sehingga bisa dilewati 24 jam. Untuk mengeruk alur baru diperkirakan akan dikeruk 7 juta m<sup>3</sup> endapan dan 2,5 juta m<sup>3</sup> untuk perawatan alur tahunan. Sedangkan biaya pembangunan akan dikenakan kepada pengguna jasa alur sesuai Perda No. 6/2001.

Untuk memenuhi keinginan tersebut, maka perlu sekali dipikirkan peralatan keruk (kapal keruk) yang sesuai dengan kondisi geografis daerah, kedalaman minimal yaitu 1,6 m, dan jenis material yang akan dikeruk yaitu tanah liat halus. Kapal keruk jenis *plain suction dredger* dipilih karena dianggap sesuai dengan jenis material keruk dan mempunyai keunggulan proses produksinya yang cepat.

Selain dari segi teknis, maka perhitungan ekonomis diperlukan untuk menilai kelayakan suatu investasi. Metode yang digunakan disini adalah *Net Present Value* (NPV). Dari hasil analisa diperoleh bahwa investasi yang ditanamkan akan mencapai titik impas / *Break Event Point* (BEP) pada tahun ke-6 sehingga investasi pengadaan kapal keruk ini layak untuk dilaksanakan.



SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY (ITS)

**ABSTRACT**

FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY  
DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING

Degree in Bachelor of Engineering (S1)

TECHNICAL AND ECONOMICAL ANALYSIS TO ESTABLISH DREDGER  
TYPE WHICH IS SUITABLE FOR PORT OF TRISAKTI BANJARMASIN

By : Wahyu Widodo  
Adviser : Ir. I.G.M. Santosa

Shallowness which happens continuously at the access channel of Port of Trisakti Banjarmasin causing South Kalimantan Province government wants to build a new access channel which have 12 km in length, 100 m width, and - 5 m in depth so can be passed 24 hours a day. To dredge this new access channel, approximately 7 million m<sup>3</sup> sediment will be removed for capital dredging and 2,5 million m<sup>3</sup> for maintenance dredging per year. For its funding, every ships and coal barge will be charged with government rule No. 6/2001 as guidance.

To make it real, it needs to consider the following factors to choose the dredger type, i.e. its dredging area geographical condition, the type of the dredged material (soft mud), and its minimum operational water depth (1,6 m). The reasonably type of the dredger obtained from technical analysis and computation is "plain suction dredger".

This technical analysis is verified economically using Net Present Value investment analysis method. From this NPV analysis, this investment will have Break Event Point in the next ten years. So from here we can say that this investment is proper to be done.



# KATA PENGANTAR

*Kicau burung bernyanyi, tanda mata membuka hari  
Dan embun pun memudar, menyongsong fajar*



## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah.....akhirnya saya dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan judul **“Analisis Teknis dan Ekonomis Pengadaan Kapal Keruk yang Sesuai untuk Pelabuhan Trisakti Banjarmasin”**. Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan syarat untuk mencapai gelar kesarjanaan pada Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, begitu banyak bantuan dan dorongan yang saya dapatkan baik materi, moral maupun spiritual, sehingga sudah sewajarnya apabila dengan kerendahan hati saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT, Tuhan seluruh semesta yang memberikan begitu banyak karunianya, walaupun kadang lupa untuk disyukuri
2. Mama dan Bapak di Malang yang telah banyak memberikan dorongan semangat, bantuan materi, dan doa yang tak henti-hentinya buat saya.
3. Bapak Ir. Djauhar Manfaat, MSc, PhD, selaku Kajur Teknik Perkapalan.
4. Bapak Ir. I.K.A.P. Utama, MSc, PhD, selaku Sekjur Teknik Perkapalan.
5. Bapak Ir. I.G.M. Santosa, selaku dosen pembimbing Tugas Akhir sekaligus dosen wali saya.



6. Mbak Arum, Dek Anom, dan seluruh keluarga besar Sastrowijoyo atas doa dan dukungannya.
7. Teman-temanku Coy, Ocol, Angga, Monot yang tetap setia membantuku disaat tiba masa sakitku. Tanpa bantuan kalian, mustahil Tugas Akhir ini bisa terwujud.
8. Teman-teman P-35 yang banyak memberi support dan bantuan yang tak terhingga di masa kuliah yang panjang: Kandar, Jeng Zrie, Indra, Agus, Machrus, Ali, Darsono, Prio, Gendrot, Sigit, Karjo, Dedi, Pepen, Wien, Ratna, Guponk, Mohan, Nasir, and last but not least Ari “Trouble Maker”.
9. Kru K2/26 Deni, Radio, Hari Sumit ‘n brother, Hari Shorty, Ari, Jainudin, Wahyudi, Andi, Jazuli, Oon, Dedi, dan teman-teman yang lain yang terlalu panjang untuk disebutkan disini.
10. Serta semua pihak yang tidak bisa saya sebutkan semuanya disini.

Penulis menyadari adanya kekurangan-kekurangan dalam menganalisa dan menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, penulis mengharapkan saran demi kesempurnaannya. Akhir kata, penulis berharap semoga buku Tugas Akhir yang masih banyak kekurangan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Wassallam.

Surabaya, Januari 2001

Penulis



# DAFTAR ISI

*"Setiap perbuatan bergantung dari niatnya. Dan sesungguhnya seseorang akan mendapatkan sesuatu berdasarkan apa yang ia niatkan"*

- al-Hadits



## DAFTAR ISI

Abstrak	
Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	iii
Daftar Gambar	vii
Daftar Tabel	viii
Daftar Notasi	ix
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Tujuan Penulisan	I-3
1.3. Permasalahan Studi	I-3
1.4. Batasan Masalah	I-4
1.5. Metodologi	I-4
BAB II. GAMBARAN UMUM PELABUHAN TRISAKTI BANJAR MASIN	
2.1. Pendahuluan	II-1
2.2. Geografis Pelabuhan Trisakti Banjarmasin	II-1
2.2.1. Keadaan Hidro Oseanografi	II-1
2.3. Fasilitas Pelabuhan	II-2
2.3.1. Terminal Trisakti	II-2
2.3.2. Terminal Martapura Baru	II-3
2.3.3. Terminal Martapura Lama	II-3
2.3.4. Terminal Penumpang	II-4
2.3.5. Fasilitas Bongkar Muat Peti Kemas	II-4
2.3.6. Fasilitas Pelayanan Batubara	II-4
2.3.7. Alur Pelabuhan	II-4
2.3.8. Pelayanan Kepanduan dan Kapal Tunda	II-5
2.3.9. Fasilitas Penunjang	II-6
2.4. Alur Pelabuhan Trisakti	II-6

2.4.1. Gambaran Umum Alur Pelabuhan Trisakti	II-6
2.4.2. Kondisi Eksisting Alur Pelabuhan Trisakti	II-7
2.4.3. Rencana Pembangunan Alur Baru	II-8
2.4.4. Pengendapan di Pelabuhan Trisakti	II-10

### BAB III. DASAR TEORI

3.1. Gambaran Umum Pengerukan	III-1
3.2. Tujuan Pengerukan	III-1
3.3. Material Yang Dikeruk	III-2
3.4. Berbagai Jenis Kapal Keruk	III-2
3.4.1. Kapal Keruk Mekanis	III-3
3.4.2. Kapal Keruk Hidrolis	III-8
3.4.3. Kapal Keruk Mekanis / Hidrolis ( Gabungan )	III-15
3.5. Alat Bantu Pengerukan	III-20

### BAB IV. ANALISIS TEKNIS

4.1. Dasar Pemilihan Tipe Kapal	IV-1
4.2. Perencanaan Metode Pengerukan	IV-4
4.3. Dumping	IV-5
4.3.1. Penentuan Dumping Area	IV-5
4.3.2. Penentuan Metode Dumping	IV-5
4.3.3. Prosedur Dumping	IV-7
4.4. Penentuan Dimensi Kapal Keruk	IV-8
4.4.1. Perhitungan Kapasitas dan daya Pompa Hisap	IV-9
4.4.2. Perhitungan Dimensi Top Flat Barge	IV-13
4.5. Penentuan Jumlah Crew	IV-14
4.6. Penentuan Besarnya Genset Utama	IV-15
4.7. Perencanaan Ruang Akomodasi	IV-21
4.8. Perhitungan Volume Ballast Air	IV-25
4.8.1. Perhitungan LWT	IV-25
4.8.2. Perhitungan DWT	IV-27
4.8.3. Perhitungan Displacement	IV-29



## BAB V ANALISIS EKONOMIS

5.1. Perhitungan Kelayakan Investasi	V-1
5.1.1. Estimasi Investasi	V-1
5.1.2. Estimasi Biaya Capital Dedging	V-2
5.1.3. Estimasi Biaya Maintenance Dredging	V-8
5.1.4. Pengeluaran Tahunan	V-12
5.1.5. Capital Cost	V-13
5.1.6. Estimasi Pemasukan dari Operasional kapal	V-13
5.1.7. Perhitungann Net Present Value	V-15

## BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan	VI-1
6.1.1. Segi Teknis	VI-1
6.1.2. Segi ekonomis	VI-1
6.2. Saran	VI-2

## LAMPIRAN

## PENUTUP

## DAFTAR PUSTAKA

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1. Kondisi eksisting alur Pelabuhan Trisakti

Gambar 2.1. Kondisi rencana alur baru

Gambar 3.1. Kapal keruk grab

Gambar 3.2. Kapal keruk grab

Gambar 3.3. Kapal keruk dipper

Gambar 3.4. Kapal keruk bucket ladder

Gambar 3.5. Kapal keruk Trailing Suction Hopper Dredger (TSHD)

Gambar 3.6. Kapal keruk water injection

Gambar 3.7. Kapal keruk bucket - wheel

Gambar 3.8. Kapal keruk cutter suction

Gambar 4.1. Metode pengerukan

Gambar 4.2. Kapal keruk jenis plain suction

Gambar 4.3. Grafik head tahanan gesek

Gambar 5.1. Hasil perhitungan NPV

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Keuntungan dan kerugian pembangunan alur baru Pelabuhan Trisakti

Tabel 2.2. Spesifikasi alur eksisting Pelabuhan Trisakti

Tabel 2.3. Spesifikasi alur baru Pelabuhan Trisakti

Tabel 5.1. Persentase biaya produksi kapal keruk

Tabel 5.2. Rencana pendapatan tahunan





## DAFTAR NOTASI

- PW : Present worth  
I : Suku bunga bank  
R : Pemasukan dalam satu tahun  
j : 1,2,3,...,N  
(Ro) : penerimaan awal tahun operasi  
(w) : Faktor pengurangan karena teknologi usang  
(x) : Faktor pengurangan karena kondisi kapal  
(Yo) : Biaya operasi awal  
(y) : Faktor pengurangan karena pengaruh inflasi  
(z) : Faktor pengurangan karena perbaikan – perbaikan  
(v) : Faktor pengurangan karena *future freight rate*  
(A) : Pendapatan sebelum kena pajak tiap tahun  
( i ) : Tingkat suku bunga tiap tahun  
(PW) : Faktor nilai saat ini untuk pembayaran tunggal  
(DCF) : Discount Cash Flow  
(NPV) : Net Present Value .

# **BAB I. PENDAHULUAN**

*"A journey of a thousand miles begins with a single step"*  
- Lao Tze





# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Pelabuhan Trisakti Banjarmasin terletak di tepi sungai Barito, menjadi pelabuhan sungai paling penting di Kalimantan dan sebagai gerbang menuju Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah. Pelabuhan Trisakti ditunjang oleh adanya pertambangan dan industri pengolahan kayu (kayu lapis, kayu gergaji) sebagai hinterland.

Pelabuhan Trisakti Banjarmasin terus berkembang seiring dengan pesatnya arus angkutan barang dan penumpang. Pada tahun 1998 saja tercatat 19.296.000 ton komoditi melalui Pelabuhan Trisakti, dan diproyeksikan akan mengalami peningkatan rata-rata 16% sampai dengan 26%. Jenis komoditi yang terbesar adalah batubara (73,8%).

Salah satu hambatan utama pengembangan pelabuhan adalah bahwa muara Sungai Barito hanya dapat dilayari pada saat air laut sedang pasang ( $\pm 6$  jam) untuk kapal dengan sarat  $> 4,5$  m. Bila hal ini berlangsung terus akan menghambat pengembangan pelabuhan dan juga perkembangan daerah secara umum karena kehilangan peluang produk ekspor pertambangan dan industri lain dari Provinsi Kalimantan Selatan. Selain itu, kedangkalan alur Sungai Barito berbahaya bagi keselamatan pelayaran akibat seringnya kapal kandas saat melewati alur.



Pemerintah/Dephub telah berupaya memecahkan masalah alur dengan melakukan studi yang dilakukan JICA (Jepang) dan Belanda (DETEC) yang menghasilkan beberapa alternatif pemecahan alur secara tuntas. Dengan semakin meningkatnya lalu lintas kapal dengan daya angkut semakin besar, khususnya tongkang-tongkang batubara (s/d 10.000 ton), kapal tanker, kapal container, kapal penumpang maka kondisi alur harus memadai untuk menjamin keselamatan pelayaran dan kelancaran lalu lintas kapal bisa dicapai 24 jam tanpa menunggu pasang surut.

Untuk itu pemerintah Provinsi Kalimantan Selatan sesuai rekomendasi DETEC memutuskan membuat alur ambang Sungai Barito yang baru dengan panjang 12 km, lebar 100 m, dengan kedalaman 5 m. Untuk itu dilakukan pekerjaan pengerukan dengan melibatkan pihak swasta sebagai investor dan untuk biayanya akan dilakukan pungutan terhadap kapal yang akan melewati alur (channel fee).

Agar tercapai hasil yang diinginkan, maka diperlukan metode dan peralatan yang tepat untuk melakukan *capital dredging*, dengan memperhatikan kondisi geografis alur Pelabuhan Trisakti Banjarmasin. Selain itu untuk menjaga agar alur tetap dapat dipergunakan untuk jangka waktu lama, diperlukan sarana dan metode yang tepat pula untuk melaksanakan *maintenance dredging* alur yang telah dibangun.

## **1.2. Tujuan Penulisan**

Tujuan utama penulisan Tugas Akhir ini adalah memberikan gambaran tentang kondisi geografis pelabuhan serta pemilihan sarana pengerukan yang sesuai untuk alur ambang Sungai Barito.

## **1.3. Permasalahan Studi**

Masalah yang akan dibahas diperinci sebagai berikut:

- a. Kedalaman alur yang dibutuhkan.
- b. Volume pengerukan.
- c. Lokasi pembuangan material keruk.
- d. Jenis kapal keruk yang sesuai.
- e. Fasilitas bantu yang diperlukan dalam proses pengerukan tersebut.
- f. Penentuan dimensi optimal kapal keruk dan peralatan bantunya.
- g. Biaya investasi awal dan operasionalnya.

## **1.4. Batasan Masalah**

Dalam pembahasan nantinya ada beberapa batasan , yakni :

- a. Didalam perhitungan daerah yang akan dikeruk adalah alur ambang Sungai Barito.
- b. Peninjauan teknis dititik beratkan pada pemilihan dan perhitungan estimasi dimensi kapal keruk dan bagaimana rencana umumnya.
- c. Peninjauan ekonomisnya dititik beratkan pada biaya bangunan baru dan biaya operasionalnya serta bagaimana perhitungan NPV sehingga dapat diketahui kapan Break Event Point ( BEP ) dan umur kapal.

- d. Tidak membahas stabilitas, konstruksi dan kekuatan memanjang kapal keruk.
- e. Semua elemen biaya mengacu pada kebijaksanaan saat ini.

### **1.5. Metodologi Penelitian**

Metode yang dipakai dari buku (teoritis) dan juga dari pengalaman penulis di lapangan. Studi yang pernah dilakukan dipakai sebagai referensi dalam menentukan alternatif pemecahan masalah yang terjadi . Data – data untuk kepentingan studi , diambil dari pihak Pemerintah Provinsi Kalsel, PT. Pelindo III cabang Banjarmasin, PT. Rukindo, serta data sekunder dari pihak/instansi lainyang terkait.



## **BAB II. GAMBARAN UMUM PELABUHAN TRISAKTI BANJARMASIN**

*"Menolak pujian dari orang lain sebenarnya hanyalah  
merupakan keinginan untuk dipuji dua kali"*

- La Rochefoucauld





## **BAB II**

# **GAMBARAN UMUM PELABUHAN TRISAKTI BANJARMASIN**

### **2.1. Pendahuluan**

Pelabuhan Trisakti Banjarmasin terletak di Kota Banjarmasin, ibukota Provinsi Kalimantan Selatan dan berkembang menjadi pelabuhan sungai terpenting di Pulau Kalimantan dan menjadi pintu gerbang menuju Provinsi Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah.

Keberadaan Pelabuhan Trisakti ditunjang oleh adanya pertambangan, khususnya tambang batubara dan industri pengolahan kayu yaitu kayu lapis dan kayu gergajian sebagai hinterland.

Untuk jaminan kepuasan konsumen, Pelabuhan Banjarmasin telah menerima sertifikat ISO 9002 untuk pelayanan bongkar muat kapal dan peti kemas. Di tahun-tahun mendatang (tahun 2003) Pelabuhan Banjarmasin akan mempunyai terminal peti kemas modern kelas dunia untuk mengantisipasi kenaikan arus peti kemas dari 112.690 TEU's pada tahun 1999 sampai dengan 200.000 TEU's pada tahun 2005.

### **2.2. Geografis Pelabuhan Trisakti Banjarmasin**

Pelabuhan Trisakti Banjarmasin terletak pada posisi 45° lintang selatan dan 41° bujur timur.

### 2.2.1. Keadaan hidro oseanografi

Pelabuhan Trisakti Banjarmasin terletak di tepi Sungai Barito yang sangat dipengaruhi pasang surut. Di sepanjang sungai terdapat rawa, hutan bakau, dan kawasan industri.

Pasang Surut:

- Sarat air tertinggi : 2,90 m LWS
- Sarat air terendah : 1,60 m LWS

Klimatologi

- Suhu rata-rata :  $25^{\circ} \div 35^{\circ}$
- Kecepatan angin :  $10 \div 20$  km/jam
- Musim : kemarau dan penghujan
- Kelembaban :  $52\% \div 40\%$

## 2.3. Fasilitas Pelabuhan

### 2.3.1. Terminal Trisakti

Merupakan terminal modern yang digunakan untuk beberapa keperluan, misalnya dermaga untuk kapal general cargo, fasilitas bongkar muat untuk peti kemas, fasilitas bongkar muat untuk batubara, dan terminal penumpang. Mulai beroperasi sejak 1965, disediakan untuk melayani kapal antar pulau, kapal pelayaran samudera, kapal penumpang.

Spesifikasi Terminal Trisakti:

- Kedalaman : -9 m LWS
- Panjang dermaga : 510 m

- Fasilitas pergudangan : 8.450m<sup>2</sup>
- Lapangan penumpukan terbuka : 2.635 m<sup>2</sup>
- Lapangan penumpukan kontainer : 48.836 m<sup>2</sup>

### 2.3.2. Terminal Martapura Baru

Terminal Martapura Baru merupakan bagian dari Terminal Trisakti. Berfungsi untuk melayani kapal-kapal lokal dan kapal layar. Terminal Martapura Baru memiliki spesifikasi:

- Kedalaman : -5 m LWS
- Panjang dermaga : 425 m
- Fasilitas pergudangan : 2.000 m<sup>2</sup>
- Lapangan penumpukan terbuka : 2.635 m<sup>2</sup>

### 2.3.3. Terminal Martapura Lama

Terminal Martapura Lama merupakan terminal tertua di Pelabuhan Banjarmasin dan digunakan untuk melayani kapal-kapal lokal dan kapal layar. Lokasinya ditengah pusat bisnis di Banjarmasin. Spesifikasi Terminal Martapura Lama:

- Kedalaman : -5 m LWS
- Panjang dermaga : 140 m
- Fasilitas pergudangan : 1.840 m<sup>2</sup>
- Lapangan penumpukan terbuka : 4.280 m<sup>2</sup>



#### 2.3.4. Terminal penumpang

Karakteristik:

- Luas : 2.110 m<sup>2</sup>
- Kapasitas : 1000 orang

#### 2.3.5. Fasilitas bongkar muat peti kemas

- Mobile Crane (25 ton) : 4 unit
- Forklift (2 – 7 ton) : 14 unit
- Super Stacker (40 ton) : 4 unit
- Top Loader (36 ton) : 2 unit
- Fix spreader 40'' : 2 unit
- Truk Trailer : 10 unit

#### 2.3.6. Fasilitas pelayanan batu bara

- Dermaga (2 unit) : 140 m
- Stockpile : 4.500 ha
- Conveyor (2 unit) : 350 ton/hour
- Wheel loader (3 unit)
- Excavator
- Dump Truck 5 ton (5 unit)



#### 2.3.7. Alur pelabuhan

Untuk keselamatan suatu kapal yang akan masuk / keluar dari pelabuhan maka diwajibkan dipandu agar selamat melewati alur

pelabuhan. Alur Pelabuhan Trisakti mempunyai panjang 14,3 kilometer, lebar 60 meter, dan kedalaman  $\pm 3,2$  meter LWS, dilengkapi dengan lima buoy dan pos kepanduan di Pedada Tua yang siap siaga selama 24 jam sehari.

#### **2.3.8. Pelayanan kepanduan dan kapal tunda**

Untuk keselamatan kapal dalam pelayarannya maupun pada saat melakukan manuver di daerah pelabuhan, maka disediakan jasa pandu yang siap sedia selama 24 jam penuh. Fasilitas kepanduan antara lain meliputi:

- Pandu : 21 orang
- Kapal pandu : 2 buah
- Kapal tunda : 2 buah

#### **2.3.9. Fasilitas Penunjang**

- Air tawar

Air tawar disediakan untuk kapal yang sedang berlabuh dipelabuhan dialirkan melalui pipa menuju Terminal Trisakti dan Terminal Martapura Baru.

- Banker bahan bakar

Pelaksanaan bankering dilakukan oleh Perusahaan Tambang Minyak Negara (Pertamina) di dermaga Pertamina (Alalak)

## **2.4. Alur Pelabuhan Trisakti**

### **2.4.1. Gambaran umum alur Pelabuhan Trisakti**

Pelabuhan Trisakti Banjarmasin terletak di tepi Sungai Barito selalu menjadi masalah karena sejak tahun 1973/1974 setiap tahunnya harus dikeruk dengan dana pemerintah yang cukup besar. Pembiayaan pengerukan tersebut didanai melalui anggaran pembangunan / DIP Departemen Perhubungan (Dephub). Terakhir DIP tahun 1999/2000 ditambah dana dari PT Pelindo III sebesar Rp 9 milyar dengan hasil kedalaman -5 m LWS, lebar alur 100 meter tetapi hanya bertahan  $\pm$  3 bulan alur dangkal kembali karena pengendapan lumpur yang cukup tinggi. Gambaran umum alur Pelabuhan Trisakti dapat dilihat di lampiran 2.1.

Pemerintah / Dephub telah melakukan studi melalui JICA (Jepang) dan DETEC (Belanda) yang menghasilkan beberapa alternatif pemecahan alur secara tuntas. Dengan semakin meningkatnya lalu lintas kapal dengan daya angkut yang semakin besar, khususnya tongkang-tongkang batubara (s/d 10.000 ton), kapal tanker, kapal kontainer, dan kapal penumpang, maka kondisi alur harus memadai untuk menjamin keselamatan pelayaran dan kelancaran lalu lintas kapal bisa dicapai 24 jam tanpa memperhatikan pasang surut.

Berdasarkan hasil studi akhir DETEC, Pemerintah Provinsi Kalimantan Selatan memutuskan untuk membangun alur yang baru di sebelah timur alur yang ada dengan alasan bahwa alur lama sudah tidak memadai karena berbahaya keselamatan pelayaran akibat seringnya kapal kandas. Selain itu secara ekonomis sudah tidak menguntungkan karena mahal biaya perawatan alur. Direncanakan



alur baru mempunyai panjang 12 km, lebar 100 meter dengan kedalaman -5 meter LWS. Sedangkan pembiayaannya akan dipungut dari kapal-kapal yang melalui alur tersebut berdasarkan Perda tentang *channel fee* (lihat lampiran 2.2).

Berikut ini ditunjukkan tentang keuntungan dan kerugian pembuatan alur baru.

	Keuntungan	Kerugian
Pengguna: a. Shipping  b. Owner	<ul style="list-style-type: none"><li>▫ Tidak ada shipping cost</li><li>▫ Tepat waktu</li><li>▫ Tidak ada klaim kelambatan</li><li>▫ Produksi optimal</li><li>▫ Peningkatan peluang ekspor</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▫ Fee channel untuk pengembalian biaya bunga dan pinjaman</li><li>▫ Fee channel untuk pengembalian biaya bunga dan pinjaman</li></ul>
Pemerintah Daerah Kalsel beserta PT Pelindo III	<ul style="list-style-type: none"><li>▫ Pengguna jasa terlayani seluruhnya</li><li>▫ Peningkatan arus kapal dan barang</li><li>▫ Meniadakan kecelakaan</li><li>▫ Alur dapat dipakai dua arah selama 24 jam sehari</li><li>▫ Maintenance dredging lebih kecil, 2,5 juta m<sup>3</sup>/tahun</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▫ Menanggung beban pinjaman bunganya</li></ul>

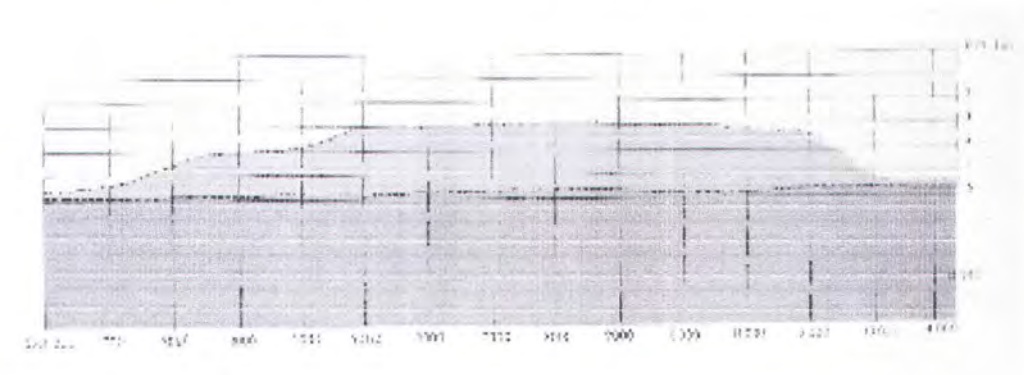
Tabel 2.1. Keuntungan dan kerugian pembangunan alur baru Pelabuhan Trisakti

2.4.2. Kondisi eksisting alur Pelabuhan Trisakti

Kondisi alur ambang Barito saat ini sudah tidak memungkinkan lagi untuk dipertahankan karena besarnya endapan yang terjadi. Setiap tahunnya terjadi ± 4,5 juta m<sup>3</sup> endapan, sedangkan kemampuan pemerintah melakukan *maintenance*

*dredging* adalah sebesar 2,5 juta m<sup>3</sup>. Akibat kurangnya perawatan, maka alur dalam jangka waktu 3 ÷ 4 bulan menjadi dangkal kembali.

Berikut ini disajikan gambar kondisi alur eksisting:



Gambar 2.1. Kondisi eksisting alur Pelabuhan Trisakti

Dalam tabel berikut dijelaskan spesifikasi alur eksisting:

No.	Kriteria	Alur Lama
1.	Dimensi	<div><div>▫ Panjang 14,6 km</div><div>▫ Lebar 60 m</div><div>▫ Kedalaman -3,2 m LWS</div></div>
2.	Arah	<div><div>▫ SS W</div><div>▫ Terdapat belokan</div></div>
3.	Volume <i>maintenance dredging</i>	4,5 juta m <sup>3</sup> /tahun
4.	Kemampuan operasional	<div><div>▫ Hanya dapat dipakai selama 3 ÷ 4 bulan karena kemampuan pemerintah membiayai <i>maintenance dredging</i> hanya sebesar ± 2,5 juta m<sup>3</sup>/tahun</div><div>▫ Hanya dapat digunakan satu arah saja sehingga kapasitas lalu lintas terbatas</div></div>

Tabel 2.2. Spesifikasi alur eksisting Pelabuhan Trisakti

2.4.3. Rencana pembangunan alur baru

Perusahaan-perusahaan batubara di Kalimantan Selatan menginginkan agar dilakukan pembangunan dan perawatan alur sehingga bisa dilewati 24 jam mengingat besarnya potensi kerugian apabila alur hanya bisa dilewati saat air

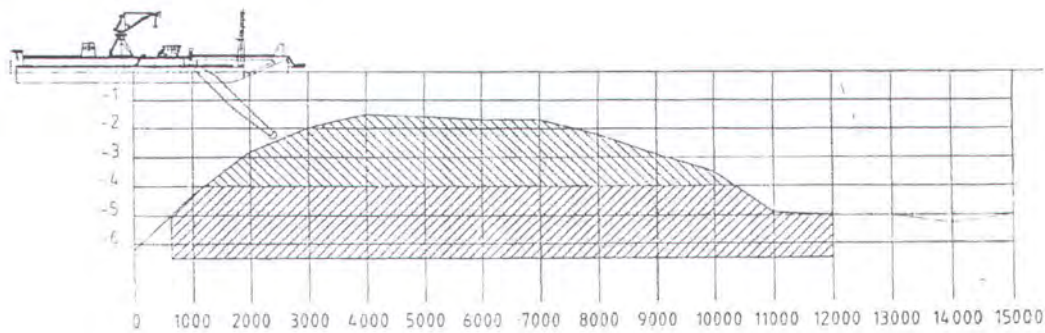
pasang seiring dengan terus meningkatnya produksi batubara. Sedangkan biaya pengerukan selain beban pemerintah dapat dipikul bersama oleh perusahaan-perusahaan terkait.

Menanggapi permintaan tersebut, pemerintah menindaklanjuti dengan mengadakan studi tentang alur pelayaran Banjarmasin dengan konsultan DETEC dari Belanda dengan biaya *grant* pemerintah Belanda. Hasil studi DETEC merekomendasikan agar dibangun alur baru di sebelah timur alur lama dengan spesifikasi sebagai berikut:

No.	Kriteria	Alur Lama
1.	Dimensi	<div><div>▣ Panjang 12 km</div><div>▣ Lebar 100 m</div><div>▣ Kedalaman -5 m LWS</div></div>
2.	Arah	<div><div>▣ SS</div><div>▣ Lurus</div></div>
3.	Volume <i>maintenance dredging</i>	2,5 juta m <sup>3</sup> /tahun
4.	Kemampuan operasional	<div><div>▣ Dapat dimanfaatkan 24 jam sehari selama setahun</div><div>▣ Dapat dipakai dua arah sehingga kemampuan lalu lintas tinggi</div></div>

Tabel 2.3. Spesifikasi alur baru Pelabuhan Trisakti

Adapun kondisi perairan yang akan dikeruk adalah seperti gambar berikut:



Gambar 2.2. Kondisi rencana alur baru



#### **2.4.4. Pengendapan di alur Pelabuhan Trisakti**

Berdasarkan hasil studi yang dilakukan DETEC Belanda, untuk membangun alur baru dengan panjang 12 km, lebar 100 m, kedalaman -5 m LWS, dan slope 1:15, diperkirakan total volume material yang dikeruk adalah sebesar  $\pm 8,4$  juta  $m^3$ , berupa tanah liat lembut. Untuk mengetahui jenis-jenis endapan yang terjadi lihat lampiran 2.3 agar lebih detail.

## **BAB III. DASAR TEORI**

*"Dalam pidato yang dipentingkan bukan panjangnya, tetapi isinya. Begitu pula kehidupan"*

- Lautilard



## **BAB III**

### **PENGERUKAN DAN ARMADA KAPAL KERUK**

#### **3.1. Gambaran Umum Pengerukan**

Pengertian sederhana dari pengerukan adalah penggalian tanah, lumpur, dan bebatuan. Proses pengerukan terdiri dari penggalian, pengangkutan, dan pembuangan akhir atau penggunaan hasil kerukan.

#### **3.2. Tujuan Pengerukan**

Sasaran utama pengerukan antara lain :

a. Pelayaran (navigasi)

Untuk pemeliharaan, perluasan, perbaikan sarana lalu lintas air, dan pelabuhan. Untuk membuat pelabuhan, memperdalam *turning basin* (kolam pelabuhan), dan fasilitas lainnya.

b. Pengendalian banjir (*flood control*)

Untuk memperbaiki atau memperlancar aliran sungai dengan memperdalam dasar sungai atau fasilitas pengendali banjir lainnya seperti bendungan atau tanggul.

c. Konstruksi dan reklamasi

Untuk mendapatkan material bangunan seperti pasir, kerikil, dan tanah liat atau untuk menimbun lahan (dengan material kerukan) sebagai tempat membangun daerah industri, pemukiman, jalan, dan sebagainya.

d. Pertambangan (*mining*)



Untuk memperoleh mineral, permata, logam mulia, dan pupuk.

e. Untuk tujuan lainnya

Untuk penggalian pondasi di bawah air dan penanaman pipa saluran air (terowongan). Untuk membuang polutan dan mendapatkan air yang berkualitas.

### 3.3. Material yang dikeruk

Jenis material yang akan dikeruk biasanya tidak sama, misalnya tanah gambut, tanah liat, endapan lumpur, karang, pasir, kerikil, serta batu pecah.

Jenis material akan menentukan pemilihan kapal keruk yang paling efektif, kecepatan produksi (pengerukan), kemungkinan kontaminasi, pembuangan atau penggunaan material keruk. Penentuan jenis material keruk dilakukan dengan mengambil sampel pada lokasi proyek, kemudian diteliti untuk diketahui karakteristiknya secara lengkap.

### 3.4. Berbagai Jenis Kapal Keruk

Pada dasarnya secara operasional dikenal perbedaan sebagai berikut:

a. Kapal keruk tanpa mesin penggerak

Perpindahan dari satu tempat ke tempat lainnya dibantu dengan kapal tunda atau dengan sistem tali baja pengikat dimana satu pihak dicekamkan pada suatu jangkar dan diujung lainnya dililitkan pada suatu mesin derek. Untuk kelancaran dan ketepatan lokasi, digunakan lebih dari satu tali baja pengikat atau dengan menggunakan *spud*.

Untuk pengerukan tanah yang keras, arah gerakan kapal zig-zag, bergerak ke samping kiri kemudian maju, lalu kesamping kanan dan seterusnya. Pergerakan dilakukan dengan mengulur maupun menarik kawat-kawat pengikat yang dihubungkan dengan jangkar.

b. Kapal keruk dengan mesin penggerak sendiri

Perpindahan kapal dilakukan dengan tenaga terpisah dari mesin pengeruknya.

Secara teknis peralatan pengerukan pada dasarnya dapat dibagi dalam tiga tipe, yaitu:

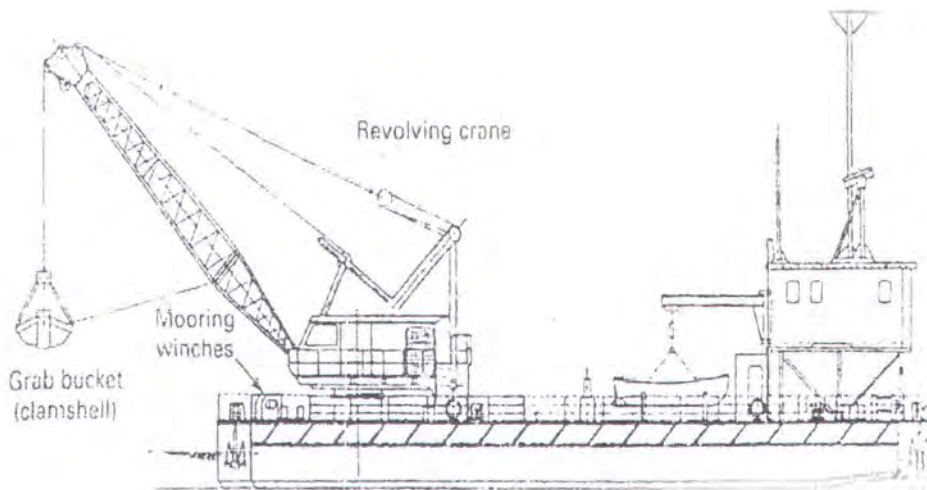
- Alat keruk mekanis
- Alat keruk hidrolis
- Alat keruk mekanis-hidrolis

### 3.4.1. Kapal Keruk Mekanis

Kapal keruk ini sederhana, mempunyai analogi dengan peralatan gali di darat. Termasuk kapal keruk mekanis:

a. *Grab / Clamshell / Dragline*

Peralatan kapal terdiri dari *grab* yang digerakkan dengan *crane* yang diletakkan di atas ponton dengan geladak datar. *Crane* merupakan satu unit yang berdiri sendiri, berfungsi mengangkat dan menurunkan *grab*, disamping membantu pelepasan *spud* untuk keperluan reparasi.



Gambar 3.1. Kapal keruk *grab*

Kedalaman keruk tergantung dari berat *grab*, semakin berat grabnya maka semakin dalam hasil galiannya. *Grab* direncanakan sedemikian rupa agar tahanan waktu masuk kedalam air sekecil mungkin.

Tipe *grab* dapat di bedakan menjadi:

- *Grab* lumpur

Tanpa gigi, dengan pinggiran rata, dipakai untuk lumpur dan tanah lunak.

- *Grab* garpu

Rahang bergigi, *interlock*, gigi pendek-pendek, dipakai untuk pasir, tanah liat, dan tanah campur gravel.

- *Grab* kaktus

Biasanya berjari empat atau lebih yang bisa menutup bersama-sama, dipakai untuk batu-batuan besar.

Karakteristik kapal keruk *grab*:



- Kemampuan mengeruk pada titik yang tepat
- Cocok dipakai pada lokasi yang berpasir, tanah liat, kerikil, dan batu pecah
- Kedalaman pengerukan praktis tak terbatas, tergantung panjang tali, tetapi makin dalam, produksi berkurang karena waktu mengangkat makin lama
- Beroperasi tanpa mengganggu lalu lintas kapal lainnya
- Dapat bekerja baik pada air yang bergelombang
- Hasil pengerukan tidak merata, sehingga sukar menentukan dalamnya penggalian
- Kurang baik dipakai pada lokasi yang berlumpur, karena lumpur mudah keluar dari bucketnya.

Untuk keperluan operasi, kapal keruk ini dilengkapi dua buah *spud* dan spul-spul penggulung kawat baja yang digunakan untuk mengangkat maupun menurunkan *spud*. Kapal bergerak sedikit demi sedikit secara zig-zag dengan mengatur pengangkatan *spud* dan penarikan / penguluran tali jangkar.

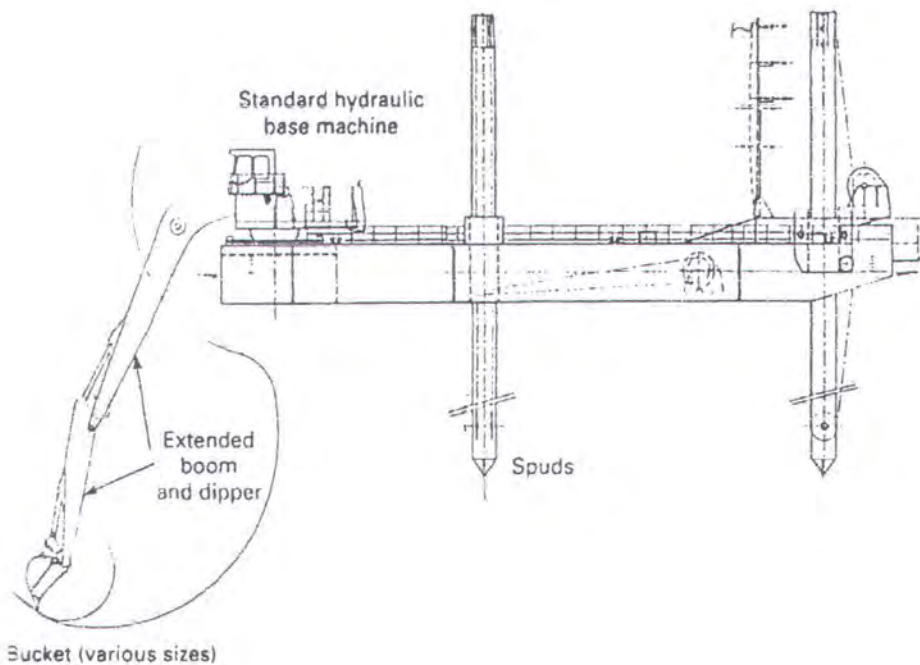
#### b. *Backhoe*

Kapal keruk ini pada dasarnya adalah ponton yang dipasang alat pemindah tanah berupa *backhoe*, yang bekerja dengan sistem mekanis (tarikan tali baja) ataupun dengan sistem hidrolis.

Karakteristik kapal keruk ini:

- Dapat menggali bermacam-macam material seperti pasir, tanah liat, kerikil, batu maupun karang

- Tidak dapat bergerak sendiri, membutuhkan jangkar untuk menempatkan pada posisi pengerukan
- Kecepatan produksinya rendah.



Gambar 3.2. Kapal keruk *backhoe*

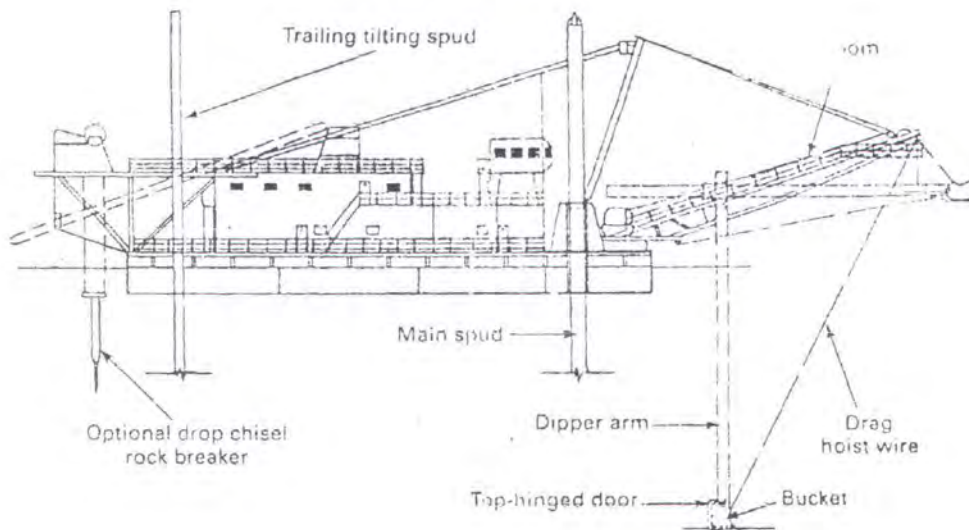
### c. *Dipper*

Kapal keruk ini seperti halnya sekop yang bertenaga, kadang-kadang sekop dilengkapi dengan mata penembus batu. Mempunyai dua *spud* depan yang dipakai untuk mengangkat tongkang di atas garis air guna menambah daya gali, dan satu *spud* belakang yang disebut *kicking spud* yang digunakan untuk menggerakkan tongkang ke depan.

Karakteristik kapal keruk ini:

- Cocok untuk mengeruk batu karang

- Dapat digunakan untuk membuang pondasi bawah laut yang tidak terpakai
- Jumlah crew sedikit ( $5 \div 6$ ) orang
- Bisa menggali jalannya sendiri, juga menggali tebing yang curam tanpa takut longsor.



Gambar 3.3. Kapal keruk *dipper*

d. *Bucket-ladder*

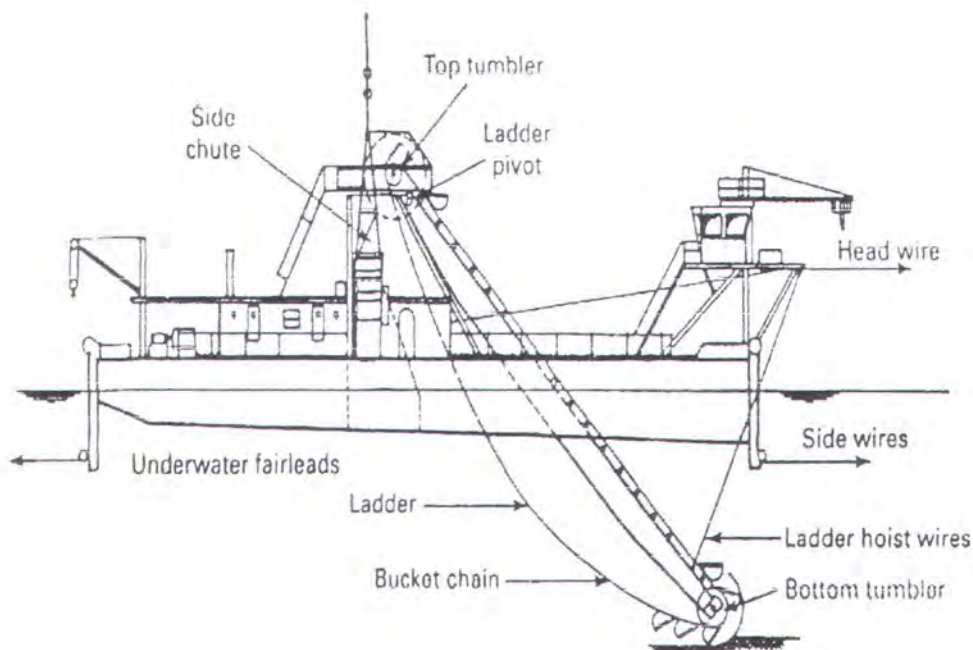
Kapal keruk ini menggunakan timba yang disusun pada rangkaian rantai yang berputar. Pengerukan dengan *bucket ladder* biasanya dilakukan pada kolam pelabuhan atau pada kanal, dan juga digunakan untuk menggali mineral (penambangan) di lepas pantai.

Kapasitas keruk tiap jam berhubung erat dengan banyaknya timba yang dipakai dan kedalaman yang dikeruk, serta kecepatan timbanya (jumlah timba permenit).

Karakteristik kapal keruk ini:



- Dipakai untuk berbagai jenis material dari tanah keras sampai batuan lunak
- Tidak praktis untuk jumlah pengerukan yang besar, daerah yang luas dan berkembang
- Semakin dalam pengerukan semakin tidak efisien karena jumlah material keruk semakin berkurang.



Gambar 3.4. Kapal keruk *bucket ladder*

### 3.4.2. Kapal Keruk Hidrolis

Yang dimaksud dengan hidrolis adalah tanah yang dikeruk bercampur dengan air laut, kemudian campuran tersebut dihisap pompa melalui pipa penghisap, selanjutnya melalui pipa pembuang dialirkan ke daerah pembuangan. Pengerukan dasar laut dengan jenis peralatan ini makin populer, karena sangat efektif. Termasuk kapal keruk hidrolis adalah:

a. *Dustpan*

Berbentuk seperti kapal dagang biasa, kapal ini sering dilengkapi oleh bak lumpur sendiri. *Dustpan* termasuk jenis *suction* yang lebih khusus, dipakai di sungai dengan rate sedimen tinggi seperti pasir atau kerikil.

Karakteristik kapal keruk ini adalah:

- Efisien untuk lumpur halus
- Bekerja sambil berjalan, karena mempunyai mesin penggerak sendiri
- Pekerjaan masih bisa dilakukan, walaupun ada gelombang
- Mempunyai bak lumpur di badan kapal
- Kapasitas muat bisa diatur, dengan mengatur pompa sentrifugal dan pipa hisap
- Titik berat kapal rendah sehingga stabilitas kapal relatif baik
- Bila bak lumpur penuh, kapal harus berhenti bekerja
- Pembuangan lumpur dilakukan kapal sendiri, sehingga menambah waktu kerja
- Pengerukan terbatas pada lumpur halus.

b. *Trailing Suction Hopper Dredger (TSHD)*

Merupakan kapal keruk dengan tempat penyimpanan material keruk pada badan kapal. Mempunyai lengan penggerak bersambung yang mencapai dasar tanah yang dikeruk.

Karakteristik kapal keruk ini:

- Lebih fleksibel dengan material yang dikeruk

- Alternatif pembuangan dan kemampuannya bekerja pada perairan yang terlindung maupun tidak
- Baik untuk lumpur, pasir, tanah, dan kerikil
- Kecepatan produksi cukup tinggi
- Dapat bekerja pada lalu-lintas yang padat dengan sedikit gangguan terhadap lalu-lintas kapal
- Efektif bila digunakan pada material yang berbentuk butiran seperti pasir, kerikil ataupun lumpur
- Umumnya tidak dipakai untuk mengeruk batuan

Bagian-bagian utama TSHD ini:

- Kepala pipa hisap (*draghead*)

Berfungsi seperti sendok, digunakan untuk menyendok lumpur sebagai akibat gerakan maju kapal. *Draghead* terbuat dari bahan tahan karat yang kekerasannya memenuhi syarat, terutama pada ujung-ujungnya. Kepala pipa hisap ini dilengkapi dengan kisi - kisi untuk menjaga agar material yang besar tidak ikut terhisap kedalam pipa dan mengakibatkan rusaknya pompa sentrifugal. Lubang kisi - kisi bisa diatur, karena jika terlalu besar, material besar bisa masuk dan menyumbat pompa, tetapi bila terlalu kecil, material yang seharusnya terhisap tidak bisa masuk dan lubang sering buntu oleh kotoran.

*Draghead* diletakkan pada ujung bawah pipa hisap, dengan maksud agar saat pengisian berlangsung, posisi pipa terhadap dasar laut tetap stabil. Macam - macam bentuk *draghead* antara lain:



- *California*

Dipakai khusus untuk pasir, bisa mengatur sendiri kedalaman pengerukan. *Draghead* ini ditarik menggelincir di permukaan dasar laut.

- *Newport Bay*

Dipakai untuk tepi yang landai dari pasir padat, dimana jenis lain tidak dapat menggigit (*slip*). Type ini mempunyai batang beralur yang menggigit ketanah sehingga tidak *slip*.

- *Ambrose*

Dipakai untuk lumpur, silt, lempung lunak, kerikil halus, pasir, atau batu. Jenis ini tidak sesuai untuk pasir padat karena headnya tidak mau masuk.

- *Coral*

Dipakai untuk pengerukan atol di Pasifik selatan. Mempunyai barisan gigi di dasarnya, berguna untuk memecahkan karang yang belum pecah akibat ledakan dinamit. Dapat disetel untuk bermacam-macam kedalaman.

- *Fruchling*

Efektif untuk lumpur lunak, tetapi jelek untuk pasir. Karena bekerja dengan cara menyendok, jenis ini mempunyai bibir yang melengkung. Untuk maju diperlukan tenaga besar, kadang - kadang dilengkapi dengan *water jet*. Hubungan *draghead* dengan pipa hisap perlu diperhatikan.

Bila dibuat mati (*fixed*), dan terjadi benturan dengan material yang keras, akibatnya *draghead* akan lepas / patah dan hilang, bila hubungannya kuat sekali dan dengan benturan yang keras tidak mau patah, kapal akan kehilangan kesetimbangan (oleng), seperti kalau kapal kandas.

- Pipa hisap dan pipa buang

Pipa hisap biasanya terletak dibawah *ladder*, jadi *ladder* adalah penguat dari pipa hisap, disamping untuk menjaga agar pipa hisap tidak bergerak kekanan maupun kekiri akibat gerakan kapal. Tekanan yang diberikan pompa tidak hanya untuk mengangkut material saja, tetapi juga untuk mengatasi kerugian gesekan, terutama pada bagian bawah pipa, maka hanya sedikit tekanan tersisa untuk mengangkut material.

Kerugian gesekan dalam pipa hisap harus dibuat serendah mungkin. Parameter yang mempengaruhi kerugian gesekan pada pipa yaitu debit, luas pipa, dan kecepatan campuran. Kerugian gesekan di pipa diatasi melalui pengurangan kecepatan. Untuk itu, diameter pipa hisap dan pipa buang dibedakan, yaitu diameter pipa hisap  $(1,25 \div 1) \times$  diameter pipa buang . Pipa hisap biasanya satu ukuran standar diatas pipa buang .

Disamping itu juga perlu memutar pipa hisap maupun pipa buang secara bergantian agar keausan merata, sehingga dapat memperpanjang umur pemakaian pipa. Hubungan pipa hisap kebadan kapal biasanya dengan *coupling flexible* yaitu selang karet yang dapat dibengkokkan. Sebagai ganti selang dapat dipakai hubungan engsel, keuntungannya

dapat dibengkokkan sampai sudut tak terbatas. Kerugiannya susah dibuat kedap dibandingkan selang karet.

Sistem peletakan pipa hisap dapat disamping kiri dan kanan badan kapal (dua pipa hisap). Untuk pipa hisap tunggal peletakannya dapat ditempatkan di tengah, di belakang, maupun di depan. Perletakan pipa hisap ini memerlukan pemikiran yang tersendiri, mengingat lokasi yang akan dikeruk, keadaan kapal (pembagian ruangan maupun pembagian berat kapal) yang berhubungan langsung dengan stabilitas kapal.

- Pompa

Kerja pompa melayani antara lain :

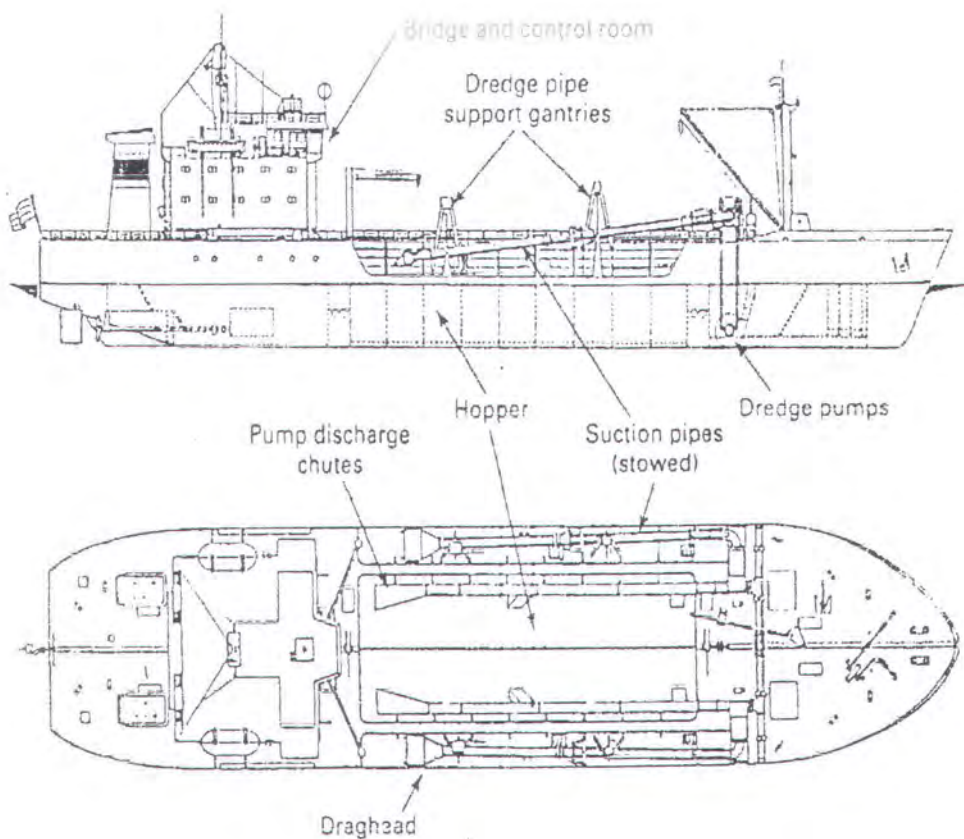
- menaikkan material yang dihisap dari dasar laut, ke mulut hisap pipa (*suction head*)
- menaikkan campuran tanah dari pompa ke tempat penampungan
- mengambil campuran masuk kedalam tabung pipa hisap
- memberikan kecepatan campuran yang bergerak sepanjang pipa.

- Bak lumpur (*hopper*)

Bak lumpur berguna untuk menampung hasil hisapan dari pompa hisap. Saringan berfungsi sebagai penahan material besar agar tidak langsung masuk ke dalam bottom yang mengakibatkan rusaknya bottom karena benturan. Karena hasil keruk sebagian besar adalah air ( $\pm 60\%$  air), maka bak akan cepat penuh dengan lumpur cair tersebut. Ini jelas merugikan, karena tidak dikehendaki adanya air, melainkan lumpur. Cara mengatasinya dengan membuat suatu sekat penampung air, dan air segera



dialirkan keluar dari badan kapal. Karena berat jenis lumpur lebih besar dari berat jenis air, maka lumpur akan mengendap dan permukaan atas terisi air. Kelebihan air disalurkan ke tempat penampungan air, kemudian dibuang sehingga yang tinggal di bak lumpur adalah lumpur yang agak padat. Kepadatan lumpur tergantung pengisian bak, bila dikehendaki lebih besar kepadatannya, pengisian bak terus dilakukan.



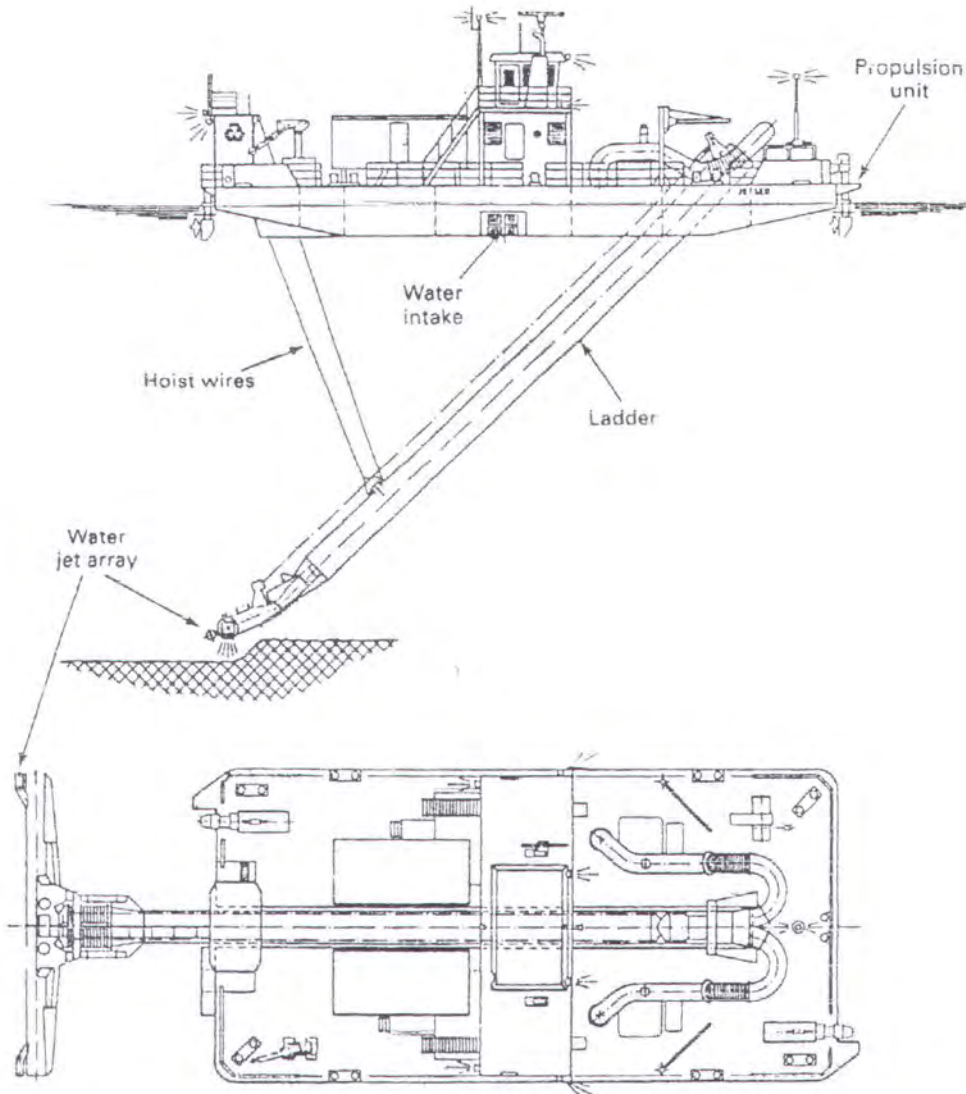
Gambar 3.5. Kapal keruk *Trailing Suction Hopper Dredger* (TSHD)

### c. *Water Injection*

Kapal keruk ini menggunakan tekanan air untuk menghancurkan atau mencairkan material yang mengalami pemampatan.

Karakteristik kapal keruk ini :

- Biaya pengerukan cukup murah
- Hanya cocok di pakai untuk tanah lumpur, tanah liat dan pasir.



Gbr.3.6. Kapal keruk *water injection*

### 3.4.3. Kapal Keruk Mekanis/Hidrolis (gabungan)

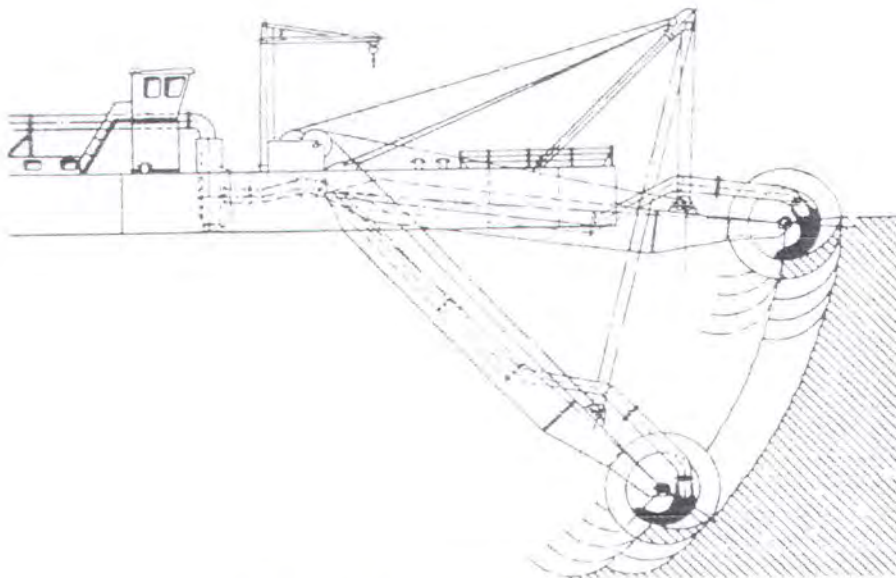
Termasuk kapal keruk mekanis/hidrolis:

a. *Bucket-Wheel Dredger*

*Bucket wheel dredger* merupakan teknologi baru dan dipakai jika ditemukan sampah dalam jumlah besar. Biasanya dipakai di daerah pelabuhan.

Karakteristik kapal keruk ini antara lain:

- Dapat digunakan pada daerah yang cukup luas dengan berbagai kondisi dasar permukaan
- Relatif mengurangi tumpahan ke kepala *cutter*.



Gambar 3.7. Kapal keruk *bucket – wheel*

#### b. *Cutter Suction Dredger*

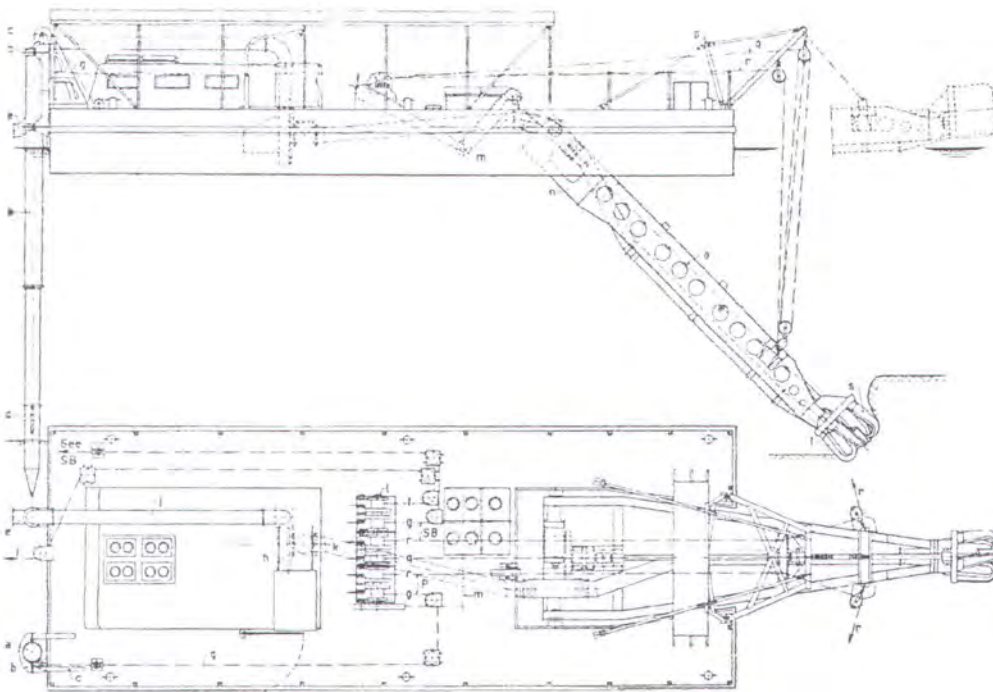
*Cutter suction dredger* menggunakan peralatan mekanis yang berputar (*cutter*) yang dipasang pada ujung penyedot untuk menggali material yang kemudian disedot melalui pipa dan dipompakan ke permukaan kapal.

Karakteristik kapal keruk ini :

- Kecepatan produksinya cukup tinggi



- Cocok untuk menggali tanah lumpur, tanah liat, kerikil, pecahan batu, dan tanah keras
- Pada kapal keruk ini pergerakannya dapat dilakukan dengan *spud* atau jangkar.



Gambar 3.8. Kapal keruk *cutter suction*

Bagian-bagian dari *cutter section dredger*:

- *Cutter*

*Cutter* dipasang pada ujung *ladder*, dihubungkan ke motor cutter dengan poros yang dilengkapi dengan bantalan poros. Bantalan poros harus diperhatikan, karena material keras dan halus (pasir) sering masuk, dan mengakibatkan keausan. *Cutter* berfungsi sebagai pemotong material yang hasilnya kemudian dihisap dengan pompa penghisap. *Cutter* dibuat dari baja tahan aus, tepi depan dari cutter mempunyai kekerasan paling

sedikit 500 Brinell atau 51 Rocwell, dengan yield strength sekitar 200.000 pound/inch<sup>2</sup>. Yang perlu diperhatikan dalam menentukan bentuk *cutter sweep* adalah penyesuaian sudut pada piringan *cutter* dari daun-daun *cutter* lengkap. Suatu *cutter* dengan 3 daun akan mempunyai *sweep angle* 120°. Lebih kecil *sweep angle*, daun *cutter* akan makin banyak, dan getaran akan makin sedikit.

Sifat paling penting dari *cutter* ialah *rake angle*, yaitu sudut yang dibentuk oleh garis singgung pada gerak melingkar dari *cutter* pada titik tempel dengan material yang dipotong dengan kemiringan dari permukaan daun. Sudut yang tepat yaitu sudut dimana pada saat penembusan material, diperoleh torsi yang kecil. Jika *rake angle* terlalu kecil yaitu kemiringan daun kecil, *cutter* akan mudah slip pada material, jika sudut terlalu besar, *cutter* akan menusuk / mencukil material.

Jenis *cutter* :

- *Close nose basket* (dengan daun spiral)

Cocok untuk menggali material lunak dan pasir lepas.

- *Open nose basket*

Paling sesuai untuk mengeruk material yang liat (lempung). Karena jika mengeruk lempung dengan daun *cutter* yang berdekatan, *cutter* akan tersumbat.

- *Straight arm cutter*

Daun *cutter* ini dihubungkan dengan baut ke *spider*, dipergunakan untuk lempung yang keras. Untuk material yang amat keras dipakai

daun dengan gigi berbentuk sekop. Gigi berbentuk garu bekerja baik pada karang atau material keras yang rapuh lainnya. Jadi perencanaan *cutter* harus betul-betul baik sehingga material yang terpotong tidak akan menyumbat pompa.

- *Motor cutter*

Tenaga yang diberikan pada *cutter* berbeda menurut pekerjaan dan besar kapal keruk. Kapal keruk ( $8 \div 12$ ) inch biasa dengan tenaga motor *cutter*  $\pm 400$  HP. Untuk kapal keruk dengan tenaga sampai 400 HP, kecepatan putar dari *cutter* biasanya berkisar antara ( $20 \div 30$ ) rpm, tergantung material yang dikeruk dan besarnya *cutter*.

- *Ladder*

*Ladder* selain membawa *cutter* juga pipa hisap, pipa pelumas, motor *cutter* dan gigi reduksi. Ujung *ladder* disanggah oleh engsel yang dipasang pada suatu lekukan pada kapal. Pada kapal keruk kecil *ladder* sering dipasang langsung pada badan kapal dan tidak ada lekukan. Ujung depan *ladder* digantung pada kerangka A memakai *block* dan *tackle* bertali yang dihubungkan ke mesin pengangkat di dalam kapal. Panjang *ladder* tergantung dari dalamnya pengerukan. Dalam pengerukan maksimum biasanya diambil sekitar 0,7 panjang *ladder*, yaitu jika *ladder* miring  $45^\circ$  terhadap horisontal.

Pembatasan sudut ini biasanya dipatuhi, karena sudut yang lebih besar menyebabkan gaya engsel bertambah dengan bertambahnya sinus dari sudut tegak. Untuk itu perumahan engsel dibuat cukup besar.



Tegangan paling besar ialah tegangan lengkungan pada sumbu horisontal.

Makin panjang *ladder*, tegangan makin bertambah besar .

- Pipa hisap dan buang

Sama seperti pada kapal keruk hidrolis (*hydrolic / suction dredger*)

- *Spud*

Merupakan tiang baja yang disatukan dengan kapal dan dapat di naik-turunkan, umumnya *spud* berbentuk bulat, tetapi ada kalanya berbentuk empat persegi. Bahan *spud* kebanyakan dari baja tuang atau dapat pula konstruksi pelat. Ukuran dan kekuatan *spud* ditentukan dari dalamnya pengerukan, displacement kapal dan daya dari *cutter*. Jika kedalaman keruk sangat dalam maka penggunaan *spud* kurang efisien, selain berat *spud* bertambah juga mengakibatkan stabilitas kapal keruk kurang baik. Hal ini dapat diatasi dengan menggunakan jangkar yang ditempatkan di haluan, buritan, dan sisi-sisi pada kapal keruk.

Pada saat operasi, kapal ini dibantu alat bantu seperti derek, pipa buang terapung (digunakan jika untuk membuang material tanpa ditampung di kapal keruk), kapal tunda, tongkang minyak dan pipa, motor boat untuk survey, serta alat bantu lainnya.

### 3.5. Alat Bantu Pengerukan

Dalam melaksanakan pekerjaan pengerukan, diperlukan bermacam-macam alat bantu, yaitu antara lain:

- Bak lumpur bercelah (*split barge*)

Bak lumpur atau *split barges* ini berfungsi sebagai tempat menampung hasil kerukan yang dilakukan oleh kapal keruk timba atau cangkram.

Ada dua jenis *split barges* :

- Dengan mesin penggerak sendiri (*self propelled*)
- Tanpa mesin penggerak sendiri (*non self propelled*)

- Tongkang

Alat bantu berupa bak tanpa mesin penggerak. Tongkang ini memiliki permukaan atas rata (*flat top*) sehingga dapat berfungsi untuk memuat peralatan lain seperti pipa, ponton, *crane*, dan sebagainya.

- Kapal tunda

Berfungsi untuk membantu olah gerak kapal keruk, dan juga untuk menarik alat-alat bantu lain yang tidak memiliki motor penggerak sendiri.

- *Survey boat*

Sesuai namanya untuk alat bantu survey, berkekuatan mesin dibawah 500 PK.

- *Communication boat*

Untuk membantu kelancaran tugas operasional (alat komunikasi) untuk menghubungkan posisi kapal keruk dengan petugas di darat.

- *Crane*

Terdiri dari *crane* darat dan *crane* apung (*floating crane*), berfungsi untuk membantu bongkar muat peralatan .



## **BAB IV. ANALISIS TEKNIS**

*"Memang baik jadi orang penting. Tapi yang lebih penting  
jadilah orang baik"*





## **BAB IV**

### **ANALISA TEKNIS**

#### **4.1. Dasar Pemilihan Tipe Kapal**

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan tipe kapal keruk yang sesuai adalah kondisi perairan yang akan dikeruk, yaitu pembangunan alur baru Pelabuhan Trisakti yang terletak di ambang Sungai Barito. Kondisi dasar alur baru Pelabuhan Trisakti adalah:

- Material yang akan dikeruk terdiri dari lumpur halus dengan densitas  $1,4 \div 1,6 \text{ t/m}^3$  dan kohesi  $\pm 5 \text{ kPa}$  yang kaya kandungan airnya dan campuran pasir.
- Dimensi alur baru yang diinginkan adalah panjang 12 km, lebar 100 m dengan slope 1:15, kedalaman -5 m LWS
- Diperkirakan volume pengerukan adalah sebesar 7 juta  $\text{m}^3$
- Penambahan kedalaman sebesar 1,5 m sebagai toleransi pengerukan akibat ketidakakuratan posisi pipa hisap dan adanya pengaruh gelombang, sertaantisipasi adanya pengendapan ulang pada alur yang telah dikeruk
- Diasumsikan selama pekerjaan pengerukan berlangsung volume pengendapan kembali pada alur yang telah dikeruk adalah sangat kecil sehingga tidak perlu dilakukan pengerukan ulang.

Kapal keruk yang akan dipergunakan haruslah dapat memenuhi kriteria awal berdasarkan kondisi pengendapan dan kondisi umum alur baru Pelabuhan Trisakti sebelum diperhitungkan secara teknis dan ekonomis. Kriteria tersebut yaitu:

- Dapat mengeruk secara efisien, dan dapat bekerja dengan cepat sesuai dengan tingkat pengendapan dan volume pengerukan yang cukup tinggi
- Kapal keruk yang akan dipergunakan haruslah memiliki sarat yang cukup rendah,  $\leq 2$  m.

Untuk pekerjaan pengerukan alur baru Pelabuhan Trisakti, ada tiga jenis kapal keruk yang dapat dipertimbangkan, yaitu *trailing suction hopper dredger* (TSHD), *cutter suction dredger*, dan kapal keruk mekanis.

#### 1. Trailing Suction Hopper Dredger

Tipe kapal keruk ini sesuai untuk melaksanakan *capital dredging* maupun *maintenance dredging*, baik di pelabuhan, alur pelabuhan, maupun lepas pantai. Digunakan secara luas di seluruh dunia dengan kapasitas volume bak pengangkut / *hopper* yang bervariasi dari 500 ÷ 23000 m<sup>3</sup>. Kekurangan utama TSHD adalah kedalaman minimum yang diperlukan yang tentunya lebih besar dari sarat kapal maksimum, sekitar 6 ÷ 10 m, tergantung dari ukuran kapal itu sendiri dan kapasitas bak penampungnya.

#### 2. Cutter Suction Dredger

Kapal ini merupakan jenis kapal keruk stationer, Ketika beroperasi, posisinya ditunjang oleh dua buah *spud* dibelakang dan jangkar

dibagian muka. Tanah yang dikeruk dipecah-pecah oleh *cutter* dan secara hidrolis dihisap oleh satu atau lebih pompa hisap lalu dialirkan melalui pipa terapung atau dimuatkan ke tongkang yang akan berlayar menuju ke areal pembuangan (*dumping area*).

Kekurangan kapal keruk ini adalah posisinya yang tetap akan mempengaruhi pelayaran, juga terbatas dalam mengerjakan pengerukan di areal yang terbuka.

### 3. Kapal keruk mekanis

Yang termasuk kelompok kapal keruk jenis ini antara lain *grab*, *backhoe*, dan *bucket* yang dikenal luas penggunaannya diseluruh dunia. Material yang telah dikeruk dimuat oleh tongkang yang berlayar dari dan menuju *dumping area*. Kapal keruk jenis ini sesuai untuk mengeruk daerah yang kecil dan terlindung. Di lepas pantai yang melibatkan volume keruk dalam jumlah sangat besar dan *dumping area* yang jauh, kapasitas pengerukan yang ada terlalu kecil sehingga tidak efisien.

### 4. Plain Suction Dredger

Hampir sama dengan *cutter suction dredger*, hanya saja kapal keruk jenis ini tidak dilengkapi dengan *cutter/bor* sehingga hanya cocok untuk mengeruk tanah lunak. Kapal keruk jenis ini sangat sesuai untuk melakukan *capital dredging* yang melibatkan tanah lunak, memompakan material keruk dari jarak yang jauh menuju daratan atau lepas pantai, dan pengerukan pada daerah yang dangkal.



Dari hal-hal yang tersebut diatas, dapat dilihat bahwa TSHD tidak dapat dipertimbangkan sebagai alat keruk utama dalam pembangunan alur baru ini, mengingat kedalaman alur yang lebih dangkal dari -5 m LWS, sehingga kapal TSHD tidak bisa dipergunakan pada kapasitas maksimum karena keterbatasan sarat. Sedangkan kapal keruk mekanis (*grab, backhoe, bucket*) terlalu kecil kapasitas keruknya dibandingkan volume pengerukan sehingga akan membutuhkan banyak kapal yang tidak menguntungkan secara ekonomis. Penggunaan cutter / bor hanya sesuai untuk jenis material yang keras sehingga tidak sesuai ntuk pekerjaan pengerukan ini.

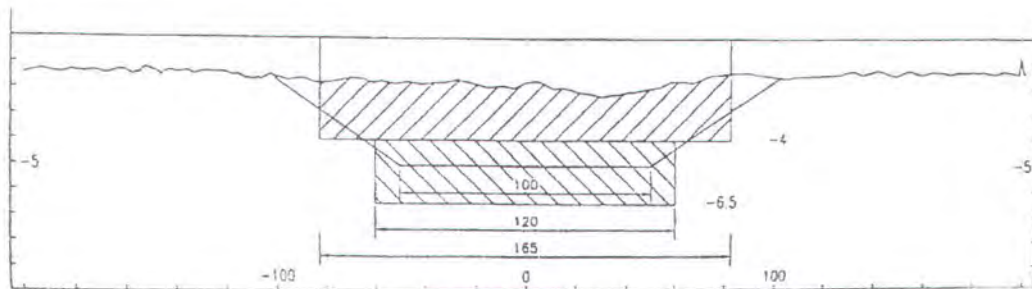
Penulis berkesimpulan kapal keruk yang sesuai untuk pekerjaan pembangunan alur baru Pelabuhan Trisakti Banjarmasin adalah kapal keruk jenis *plain suction dredger* mengingat jenis material keruk yaitu lumpur halus yang kaya kandungan air, sarat air yang rendah, serta kecepatan produksinya yang cukup tinggi.

#### **4.2. Perencanaan metode pengerukan**

Dalam pekerjaan pengerukan alur baru ambang Pelabuhan Trisakti diasumsikan produksi material keruk adalah  $2000 \text{ m}^3/\text{jam}$  dengan perbandingan volume material keruk dan air sebesar 1:4. Material yang dikeruk adalah lumpur yang sangat halus dengan densitas  $1,4 \div 1,6 \text{ ton/m}^3$  dan kohesi  $\pm 5 \text{ kPa}$  yang mempunyai kandungan air yang sangat tinggi. Bila pengerukan berlangsung 24 jam sehari dengan total material keruk mencapai 7 juta  $\text{m}^3$  maka diharapkan proses pengerukan akan selesai dalam waktu 3500 jam atau 146 hari. Dengan

toleransi waktu sebesar 15% akibat gangguan cuaca dan hal-hal tak terduga lain maka total waktunya adalah 4025 jam atau 168 hari.

Alur yang dikeruk akan dibuat dalam empat tahap pengerukan (lihat gambar dibawah ini). Dalam tahap I dan II, lapisan teratas akan dihilangkan dalam dua kali proses dengan lebar masing-masing 82,5 m terletak di sisi kiri dan kanan titik tengah alur baru. Setelah selesai tahap I dan II akan diperoleh kedalaman -4 m LWS. Dalam tahap III dan IV akan dikeruk masing-masing sebesar 60 m, sampai mencapai kedalaman -6,5 m LWS. Arah pengerukan adalah dari arah laut menuju ke alur baru yang akan dikeruk.



Gambar 4.1. Metode pengerukan

### 4.3. Dumping

#### 4.3.1. Penentuan dumping area

Dumping area ini perlu ditentukan dengan baik agar tidak terjadi pengendapan kembali material yang telah dikeruk. Ada beberapa alternatif letak dumping area:

1. Dumping di laut lepas

Material keruk diangkut atau dialirkan menuju 1,5 km dari mulut alur baru sehingga kecil kemungkinan terjadi pengendapan ulang.

2. Dumping di daerah sebelah barat Tanjung Burung

Material keruk diarahkan ke daratan sebelah barat Tanjung Burung sebagai tanah reklamasi. Karena terletak dekat dengan pertengahan alur baru maka akan membutuhkan pipa yang lebih pendek bila material keruk dialirkan melalui pipa. Selain itu perairannya terlindung sehingga kemungkinan kerusakan pipa lebih kecil. Di masa mendatang daerah reklamasi ini dapat dimanfaatkan untuk daerah industri atau pelabuhan mengingat keterbatasan Pelabuhan Trisakti, walaupun masih memerlukan perawatan khusus sebelum benar-benar bisa dimanfaatkan.

Kedua alternatif tersebut akan digunakan untuk membuang hasil kerukan secara optimal.

#### 4.3.2. Penentuan metode *dumping*

Ada dua alternatif metode *dumping* yang bisa digunakan:

##### 1. Menggunakan bak lumpur bercelah / *split barge*

*Split barge* mengangkut material keruk menuju *dumping area*. *Split barge* mempunyai bukaan di dasarnya sehingga dapat membuang material keruk yang dibawanya dengan cepat. Dalam proses pengerukan ini diperkirakan produksinya adalah sebesar 2000 m<sup>3</sup>/jam. Bila perbandingan material keruk dan air adalah 1:4 maka volume yg dikeruk adalah 8000 m<sup>3</sup>/jam. Bila *split barge* tersebut mempunyai volume 2000 m<sup>3</sup>, maka diperlukan sedikitnya 4 *split barge* pada awal kerja.

Untuk mengangkut menuju *dumping area* di lepas pantai diperlukan jarak tempuh sampai dengan 20 km (satu trip). Bila



kecepatan rata-rata *split barge* yang ditarik tongkang adalah 8 knot  $\approx$  15 km/jam maka dalam satu trip diperlukan waktu  $20/15 = 1,33$  jam. Sehingga dibutuhkan lebih dari 7 *split barge* untuk pengerukan ini, yang tidak memungkinkan secara ekonomis. Selain itu penggunaan *split barge* rawan resiko keterlambatan yang akan menghambat operasional pengerukan secara keseluruhan.

## 2. Menggunakan pipa terapung / *floating pipeline*

Untuk mengangkut material keruk menuju dumping area di lepas pantai, dapat digunakan transportasi hidrolis melalui pipa terapung, mengingat material keruk yang kaya kandungan air. Menurut studi DETEC, transport hidrolis material keruk sampai dengan jarak 9 km bisa dilakukan dan masih dalam batas ekonomis. Lebih dari jarak itu akan memerlukan *booster* yang akan sangat tidak ekonomis.

Dari dua alternatif diatas, transportasi hidrolis melalui pipa terapung dianggap sebagai satu-satunya cara untuk mengangkut material keruk menuju ke *dumping area* baik di lepas pantai maupun di daratan (areal reklamasi), karena dapat membuang dengan cepat dan ekonomis serta mengurangi resiko keterlambatan.

### 4.3.3. Prosedur dumping

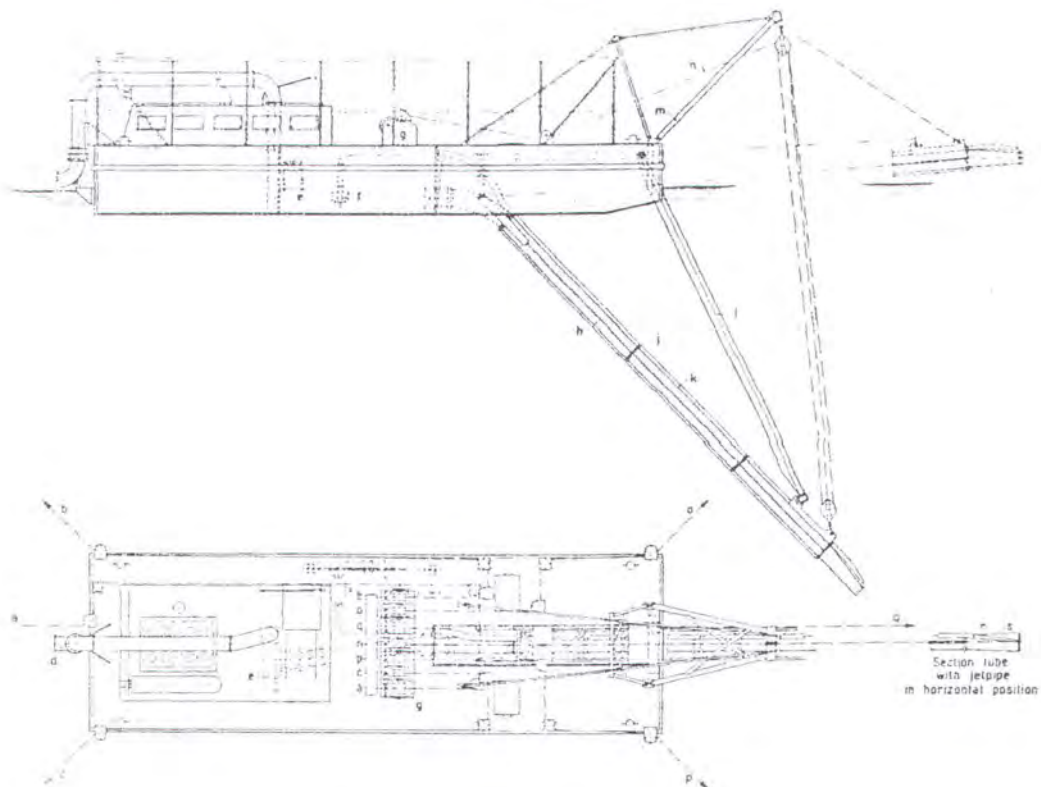
Pekerjaan pengerukan akan dimulai dari arah laut ke daratan. Instalasi pipa terapung akan dimulai dari  $\pm 1,5$  km dari mulut alur baru, jarak ini dianggap cukup agar material keruk tidak mengendap kembali

ke alur pengerukan. Perpipaan dihubungkan dengan kapal keruk dan setiap kapal keruk bergerak maju akan ditambah pula panjang pipanya

Panjang pipa maksimal adalah 9 km atau dari dumping area sampai dengan km 7,5 alur baru. Setelah itu instalasi perpipaan dibongkar dan diarahkan menuju dumping area di sebelah barat Tanjung Burung.

#### 4.4. Penentuan Dimensi Kapal Keruk

Kapal keruk tipe *plain suction* yang akan direncanakan pada dasarnya merupakan pompa hisap terapung. Karena itu harus dihitung besarnya dimensi tongkang serta kapasitas dan daya pompa hisapnya.



Gambar 4.2. Kapal keruk jenis *plain suction*

#### 4.4.1. Perhitungan Kapasitas dan Daya Pompa Hisap

Kegunaan dari pompa hisap adalah mengangkut campuran air dan partikel tanah yang akan dipindahkan menuju ke *dumping area* melalui pipa hisap, pompa, dan pipa pembuangan. Tugas utama pompa adalah:

- menaikkan material yang dihisap dari dasar laut, ke mulut hisap pipa (*suction head*)
- menaikkan campuran tanah dari pompa ke tempat penampungan
- mengambil campuran masuk kedalam tabung pipa hisap
- memberikan kecepatan campuran yang bergerak sepanjang pipa menuju ke *dumping area* melalui pipa pembuangan.

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam perhitungan kapasitas dan daya pompa adalah :

1. Kapasitas

Dikatakan juga sebagai debit aliran, hal ini ditentukan berdasarkan permintaan dari perusahaan.

2. Kondisi isap

Merupakan tinggi isap dari permukaan air isap ke level pompa.

3. Kondisi keluar

Merupakan tinggi permukaan air keluar ke level pompa.

4. Head total pompa

Harus ditentukan berdasarkan kondisi-kondisi di atas.

5. Jenis zat cair



Zat cair yang akan dipompa adalah air tawar, air laut, minyak, atau zat kimia.

6. Penggerak

Dapat berupa motor listrik, motor bakar torak, dan lain-lain.

7. Jumlah pompa

Pompa yang digunakan satu buah, dua buah, atau lebih dari dua buah pompa, dan biasanya atas pertimbangan ekonomi serta tersedianya pompa di pasaran.

8. Kondisi kerja

Pompa digunakan terus-menerus, terputus-putus, jumlah jam kerja seluruhnya dalam satu tahun.

Dari beberapa kriteria di atas maka dapat direncanakan/dihitung besar BHP pompa yang nanti akan digunakan oleh kapal keruk. Diasumsikan produksi rata-rata adalah  $2000 \text{ m}^3/\text{jam}$  dengan perbandingan volume material keruk dengan air adalah sebesar 1:4. Untuk menghitung BHP pompa terlebih dahulu ditentukan kapasitas pompanya, yaitu  $4 \times 2000 = 8000 \text{ m}^3/\text{jam}$ .

Dari buku *Ships and Marine Engines Vol. V*, Ir. A. Roorda, MRINA, dapat dihitung besarnya daya pompa yang dibutuhkan.

- Menghitung head total pompa ( $H_t$ )
  - Head of entering resistance ( $H_e$ )

$$H_e = \frac{\zeta \times v^2}{2 \times g}$$

$$H_e = \frac{0,5 \times 1,0004^2}{2 \times 9,8}$$

$$H_e = 0,026 \text{ m}$$

dimana:

$\zeta$  : koefisien yang harganya tergantung pada bentuk dan ukuran mulut hisap, umumnya sebesar 0,5

$v$  : kecepatan campuran pada pipa dalam m/det. Harganya  
 $3,28 \text{ feet/detik} = 1,0004 \text{ m/s}$

- Head of velocity ( $H_v$ )

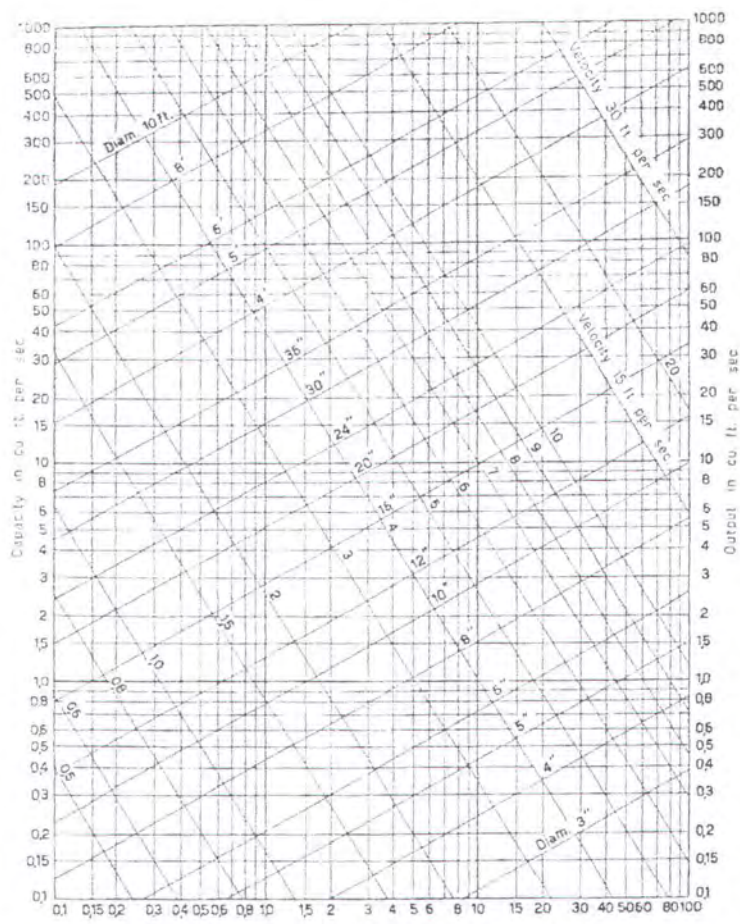
$$H_v = \frac{v^2}{2 \times g}$$

$$H_v = \frac{1,0004^2}{2 \times 9,8}$$

$$H_v = 0,05 \text{ m}$$

- Head of pipeline resistance ( $H_f$ )

Dari grafik dibawah ini didapatkan harga  $H_f$  untuk setiap 1000 m panjang pipa dengan diameter pipa 30" dan kapasitas pompa 8000  $\text{m}^3/\text{jam}$ .



Gambar 4.3. Grafik head tahanan gesek

Dari grafik diatas dapat ditentukan besarnya  $H_f$  yaitu sebesar 0,26 m per 1000 m panjang pipa. Untuk panjang pipa 8000 m maka besarnya  $H_f$  adalah  $9 \times 0,26 = 2,34$  m.

▪ Suction Head ( $H_z$ )

$H_z = 17$  m.

Maka Head total pompa ( $H_t$ ) dapat dihitung :

$$H_t = H_e + H_v + H_f + H_z + H_s$$
$$= (0,026 + 0,05 + 2,34 + 17 + 3) \text{ m}$$
$$= 22,416 \text{ m}$$



- Menghitung BHP pompa:

$$BHP = \frac{Q \times H_t}{75 \times \eta}$$

$$BHP = \frac{\left( \frac{8000 \times 1312,5}{3600} \right) \times 22,416}{75 \times 0,7}$$

$$BHP = 1245,333 \text{ HP} = 915,942 \text{ kW}$$

di mana :

Q : kapasitas pompa = 8000 m<sup>3</sup>/jam

H<sub>t</sub> : head total pompa = 22,416 m

η : efisiensi pompa, diasumsikan 70 %

Dari katalog pompa dipilih pompa merk ESCO - TIANYI jenis *LW Volute*

*Casing Centrifugal Pump* dengan spesifikasi:

- Type : 1200LW-48J
- Kapasitas : 11160 m<sup>3</sup>/jam
- Head : 27 m
- Efisiensi : 88%
- Daya : 934 kW
- Berat : 42,3 ton

#### 4.4.2. Perhitungan Dimensi Top Flat Barge

Perhitungan ukuran utama diperoleh dari harga perbandingan H/T, L/H, dan B/L yang didapat dari data-data kapal pembanding yang sejenis dengan

menggunakan metode regresi linier kuadrat terkecil. Dari hasil perhitungan regresi linier yang dikerjakan dengan program Excel diperoleh persamaan :

$$H = 1,089 + 1,123 T \dots\dots\dots(1)$$

$$L = -42,061 + 25,332 H \dots\dots\dots(2)$$

$$B = 6,463 + 0,092 L \dots\dots\dots(3)$$

T ditentukan 1,6 m.

Dari persamaan (1), (2), dan (3) didapat:

- H = 2,886 m, diambil 2,9 m
- L = 31,046 m, diambil 31 m
- B = 9,319 m, diambil 9,3 m

Ukuran utama tersebut nantinya akan diperiksa persamaan displacementnya untuk mengetahui berapa volume ballast air yang akan digunakan.

**4.5. Penentuan Jumlah Crew**

Jumlah crew untuk kapal keruk hisap ini sebanyak 38 orang, yang dibagi dalam tiga (3) shift.

Adapun pembagiannya adalah :

- Pimpinan Umum
- Operator Keruk, terdiri dari :
  - Mandor Keruk harian = 3 × 1 orang
  - Petugas Keruk harian = 3 × 3 orang
- Operator Listrik, terdiri dari :
  - Petugas Listrik harian = 3 × 2 orang
- Bagian mesin, terdiri dari:

- Kepala Kamar Mesin = 1 orang
- Petugas Mesin harian =  $3 \times 2$  orang
- Juru Minyak =  $3 \times 1$  orang
- Bagian geladak
  - Kelasi =  $3 \times 2$  orang
- Bagian catering
  - Koki =  $3 \times 1$  orang

#### 4.6. Perencanaan besarnya genset utama

Genset utama harus bisa melayani semua peralatan yang memakai tenaga listrik secara bersamaan.

Adapun peralatan yang memakai tenaga listrik :

##### 1. Winch

Ada dua macam winch yang digunakan, yaitu:

- untuk menaikkan dan menurunkan ladder
- untuk menarik tali jangkar

Dari buku *Marine Auxiliary Machinery and System*, M.Khetagurov dapat ditentukan besarnya daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan winch.

##### a. Untuk menaikkan dan menurunkan ladder

- Gaya tarik pada winch barrel

$$T_b = (P + Q) / (p \cdot k)$$

Dimana : P = Berat ladder yang diangkat/diturunkan (60 ton)

Q = Berat cargo hook dan shackle



$$= (0,0022 - 0,0028) \cdot P, \text{ diambil } 0,0022$$

$$= 0,0022 \cdot 1808,83 = 132 \text{ kg}$$

$p$  = efficiency 1 pulley, diambil 1

$k$  = faktor keamanan

Sehingga:

$$T_b = (1808,83 + 132) / (1 \cdot 0,95) = 63297 \text{ kg}$$

- Diameter winch barrel

$$D_{wb} = D_d + d_r (2z - 1) \text{ m}$$

Dimana:  $D_d$  = Diameter drum ( 16,5 ÷ 18 ) dr dan max = 0,4

diambil max 0,4

$$d_r = \text{Diameter tali} = D_d / 17 = 0,024 \text{ m}$$

$z$  = Jumlah lilitan tali pada drum ( $< 8$ ); diambil 7 lilitan

$$\text{Maka : } D_{wb} = 0,4 + 0,024 \{2 (7) - 1\} = 0,712 \text{ m}$$

- Torsi yang ditimbulkan pada shaft barrel :

$$M_{bd} = 0,5 \cdot D_{wb} \cdot T_b / b$$

Dimana  $b$  = efficiency winch barrel, diambil 0,8

$$\text{Maka: } M_{bd} = 0,5 \cdot 0,712 \cdot 63297 / 0,8$$

$$= 22533,732 \text{ kg m}$$

- Overall gearing ratio

$$i_{wd} = n_m / n_{wb}$$

dimana :

$n_m$  = putaran poros motor listrik (500 ÷ 3000) rpm,  
diambil 2000 rpm

$n_{wb}$  = kecepatan putar dari barrel

$$= 19,1 \cdot (V_{td} / D_{wb})$$

$V_{td}$  = kec.mengangkat beban (0,33 ÷ 0,5) m/dt , diambil  
0,4 m/dt

$$= 24 \text{ m/menit}$$

$$n_{wb} = 19,1 \cdot (24/0,712) = 643,82 / \text{menit}$$

$$\text{sehingga : } i_{wd} = 2000 / 643,82 = 3,11$$

- Torsi yang dibutuhkan poros sebagai penggerak :

$$M_{md} = M_{bd} / (i_{wd} \cdot w_d)$$

Dimana :  $w_d$  = efficiency keseluruhan (0,65 ÷ 0,75), diambil  
0,7

Sehingga :

$$M_{md} = 22533,732 / (3,11 \cdot 0,7)$$

$$= 10350,818 \text{ kg m}$$

- Tenaga cargo winch:

$$N_e = M_{md} \cdot n_m / 71620 \text{ Hp}$$

Dimana :

$$M_{md} = \text{torsi yang timbul pada poros penggerak} = \\ 10350,818 \text{ kg m}$$

$$n_m = \text{putaran poros motor listrik ( 2000 rpm )}$$

Sehingga :

$$N_e = 10350,818 \cdot 2000 / 71620$$

$$= 289,05 \text{ Hp, diambil } 300 \text{ Hp}$$

b. Untuk menarik jangkar

- Gaya tarik pada winch barrel

$$T_b = (P + Q) / (p \cdot k)$$

Dimana : P = Berat jangkar yang ditarik (1808,83 kg)

Q = Berat cargo hook dan shackle

$$= (0,0022 - 0,0028) \cdot P, \text{ diambil } 0,0022$$

$$= 0,0022 \cdot 1808,83 = 3,979 \text{ kg}$$

p = efficiency 1 pulley, diambil 1

k = faktor keamanan

Sehingga:

$$T_b = (1808,83 + 3,979) / (1 \cdot 0,95) = 1908,22 \text{ kg}$$

- Diameter winch barrel

$$D_{wb} = D_d + d_r (2z - 1) \text{ m}$$

Dimana:  $D_d$  = Diameter drum (16,5 - 18) dr dan max = 0,4  
diambil max 0,4

$$d_r = \text{Diameter tali} = D_d / 17 = 0,024 \text{ m}$$

z = Jumlah lilitan tali pada drum (< 8); diambil 4  
lilitan

$$\text{Maka : } D_{wb} = 0,4 + 0,024 \{2(4) - 1\} = 0,568 \text{ m}$$

- Torsi yang ditimbulkan pada shaft barrel :

$$M_{bd} = 0,5 \cdot D_{wb} \cdot T_b / b$$



Dimana  $b$  = efficiency winch barrel, diambil 0,8

$$\begin{aligned}\text{Maka: } M_{bd} &= 0,5 \cdot 0,568 \cdot 1908,22 / 0,8 \\ &= 677,418 \text{ kg m}\end{aligned}$$

- Overall gearing ratio

$$i_{wd} = n_m / n_{wb}$$

dimana :

$$\begin{aligned}n_m &= \text{putaran poros motor listrik (500 ÷ 3000) rpm,} \\ &\text{diambil 2000 rpm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}n_{wb} &= \text{kecepatan putar dari barrel} \\ &= 19,1 \cdot (V_{td} / D_{wb})\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{td} &= \text{kec. mengangkat beban (0,33 ÷ 0,5) m/dt, diambil} \\ &0,4 \text{ m/dt} \\ &= 24 \text{ m/menit}\end{aligned}$$

$$n_{wb} = 19,1 \cdot (24 / 0,568) = 807,04/\text{menit}$$

$$\text{sehingga : } i_{wd} = 2000 / 807,04 = 2,48$$

- Torsi yang dibutuhkan poros sebagai penggerak :

$$M_{md} = M_{bd} / (i_{wd} \cdot w_d)$$

$$\begin{aligned}\text{Dimana : } w_d &= \text{efficiency keseluruhan (0,65 ÷ 0,75), diambil} \\ &0,7\end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned}M_{md} &= 677,418 / (2,48 \cdot 0,7) \\ &= 390,218 \text{ kg m}\end{aligned}$$

- Tenaga cargo winch:

$$N_e = M_{md} \cdot n_m / 71620 \text{ Hp}$$

Dimana :

$$M_{md} = \text{torsi yang timbul pada poros penggerak} = 390,218 \text{ kg m}$$

$$n_m = \text{putaran poros motor listrik (2000 rpm)}$$

Sehingga :

$$N_e = 390,218 \cdot 2000 / 71620$$

$$= 10,896 \text{ Hp} \text{ diambil } 15 \text{ Hp}$$

KK Lazialle ini menggunakan jangkar sebanyak 6 buah sehingga  $15 \times 6$  kali, yaitu sebesar 90 HP.

## 2. Electro motor + pompa

- Pompa ballast = 30 HP
- Pompa bahan bakar = 30 HP
- Pompa air tawar = 10 HP
- Pompa keruk = 1245 HP

Untuk melayani kebutuhan listrik pada item-item diatas diasumsikan daya yang dibutuhkan 1705 HP.

## 3. Untuk penerangan dan komunikasi

Untuk kebutuhan penerangan dan komunikasi diasumsikan dibutuhkan daya sebesar 40 HP.

Total daya yang dihasilkan generator utama adalah sebesar 1745 HP. Dari katalog mesin didapatkan generator utama merk STX dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Type : KTTA50G2
- Daya : 1855 HP
- Fuel consumption : 560 g/hr
- Berat : 23 ton

Untuk generator bantu daya yang dibutuhkan adalah sebesar 20% daya generator utama yaitu 371 HP. Dipilih merk STX dengan spesifikasi:

- Type : NT855G6
- Daya : 395 HP
- Fuel consumption : 230 g/hr
- Berat : 9 ton

#### **4.7. Perencanaan Ruang Akomodasi**

Ruang akomodasi harus dibuat dari material yang tahan api dan sesuai dengan metode perlindungan terhadap api. Stairway dan corridor, juga termasuk jalan darurat harus mempunyai perlindungan terhadap api secara lebih spesial. Ruang crew harus terlindung dari panas, dingin, dan pengembunan. Pada KK Lazialle ini yang ada tiga macam ruang akomodasi:

- Ruang tidur
- Mess room
- Ruang saniter



Dalam penyusunan ruang-ruang akomodasi harus mengikuti ketentuan-ketentuan yang berlaku, dan diuraikan sebagai berikut :

### 1. Ruang tidur

Untuk ruang tidur ketentuannya adalah sebagai berikut :

- Tidak boleh ada bukaan ke dalam ruang tidur dari ruangan untuk muatan, ruang mesin, dapur, saniter, paint room, dan drying room
- Tinggi ruangan minimum 1,9 m, diambil tinggi ruangan 2,4 m
- Tinggi tempat tidur tidak boleh kurang dari 76 cm dan lebih dari 193 cm
- Kapasitas maksimum 2 orang per kabin

Ukuran-ukuran yang digunakan di dalam ruang akomodasi :

- Tempat tidur:  $200 \times 80$  cm
- Meja kerja:  $100 \times 50$  cm
- Lemari:  $120 \times 60$  cm
- Kursi:  $40 \times 40$  cm

### 2. Mess room

Di setiap kapal harus tersedia mess room yang cukup dan diletakkan berdekatan dengan dapur atau ruang makan. Ukuran-ukuran yang digunakan di dalam mess room:

- Meja:  $200 \times 100$  cm
- Kursi:  $40 \times 40$  cm

### 3. Fasilitas saniter

Setiap kapal harus dilengkapi dengan fasilitas ini yaitu yang termasuk di antaranya adalah wastavel, laundry, toilet, bak mandi/shower bath.

Ketentuan yang harus dipenuhi :

- Washroom dan toilet harus tersedia sedikitnya satu untuk delapan orang crew dan untuk chief harus memiliki fasilitas saniter pribadi
- Untuk penggunaan yang tidak menggunakan fasilitas pribadi harus disediakan dengan perincian:
  - Satu kamar mandi untuk setiap delapan orang crew.
  - Satu wastavel untuk setiap enam orang.
  - Dapat dikurangi bila anak buah kapal kurang dari 100 orang dan waktu pelayaran kurang dari empat jam.

#### 4. Dry provision store room

Adalah gudang untuk menyimpan bahan makanan kering yang harus ditempatkan di dekat galley dan pantry bila keadaan memungkinkan.

#### 5. Cold store room (freezer)

Adalah gudang tempat menyimpan bahan makanan basah yang biasanya terdiri dari :

- meat room: tempat menyimpan daging dengan temperatur maksimum 18° F.
- vegetable room: tempat menyimpan sayuran dan buah-buahan dengan temperatur maksimum 35° F

Luas ruang seluruh provision store adalah  $0,8 \div 1 \text{ m}^2$  per orang, di mana untuk cold store room adalah sepertiga sampai setengah darinya.

#### 6. Galley (dapur)

Ketentuan yang harus dipenuhi :

- Diletakkan di dekat mess room dan provision store
- Harus terhindar dari asap, debu, dan tidak boleh berhubungan langsung dengan ruang tidur
- Dapur harus dilengkapi dengan exhaust fan yang menghisap bau dan asap yang keluar
- Dapur yang terletak pada open deck harus mempunyai opening pada sisi dan ujungnya untuk ventilasi
- Luas dapur diperkirakan sebesar  $0,5 \text{ m}^2$  per ABK

Untuk keperluan navigasi digunakan lampu navigasi sebagai berikut:

#### 1. Mast head light / lampu tiang agung

- Warna lampu putih
- Sudut penerangan  $225^\circ$  ke depan
- Diletakkan di sisi depan tiang dan harus dapat dilihat dari jarak  $2 \div 5 \text{ mil}$
- Mast head light ini ada dua lampu yaitu fore mast head light dan after mast head light
- Anchor light
- Warna lampu putih
- Dipasang pada saat lego jangkar



- Sudut penerangan  $360^{\circ}$
- Tinggi dari main deck 23 feet = 7 m
- Letak di forecastle
- Dapat terlihat dari jarak 3 mil terhadap kapal

## 2. Side light

- Pada sisi kanan kapal (starboard) warna lampu hijau
- Pada sisi kiri kapal (port side) warna lampu merah
- Sudut penerangan  $112,5^{\circ}$  dan dapat terlihat dari jarak 2 mil

## 3. Stern light

- Warna lampu putih
- Diletakkan pada buritan kapal dan terletak di tengah-tengahnya
- Sudut penerangan  $135^{\circ}$
- Tingginya kurang dari anchor light atau 2 m dari main deck

## 4.8. Perhitungan Volume Ballast Air

### 4.8.1. Perhitungan LWT

#### 1. Berat baja barge

$$W_{st} = S_c \times C_n / 100 \text{ ton} \quad [\text{Basic Naval Architecture}]$$

$$S_c = 0,22 \dots\dots\dots \text{ untuk barge}$$

$$C_n = \text{Cubic number (feet cubic)}$$

$$= (L \times B \times H) / 100 \text{ (feet cubic)}$$

$$W_{st} = 0,22 \times (31 \times 9,3 \times 2,9 \times 35,315) / 100$$

$$= 64,957 \text{ ton}$$

Ditambah berat ladder = 60 ton.

$$\begin{aligned} W_{st} &= 64,957 + 60 \\ &= 124,957 \text{ ton} \end{aligned}$$

2. Berat accomodation deck

$$\begin{aligned} W_{ad} &= 0,1185 \times V \quad [LR '64] \\ &= 0,1185 \times [((6 \times 6) + (2,4 \times 4,2)) \times 2,4] \\ &= 13,105 \text{ ton} \end{aligned}$$

3. Berat instalasi permesinan

Berat genset utama (1855 HP)	= 23000 kg
Berat genset bantu (395 HP )	= 9000 kg
Berat pompa keruk	= 42300 kg
Berat pompa-pompa ( ballast, bahan bakar, air tawar,jig)	
	= 8000 kg
Elektromotor + winch	= 4000 kg
Berat	= 86,3 ton

4. Berat outfit & akomodasi

$$\begin{aligned} W_{oa} &= 5\% W_{st} \\ &= 5\% \times 124,957 \text{ ton} \\ &= 6,25 \text{ ton} \end{aligned}$$

5. Berat cadangan

Diperlukan untuk menghindari kesalahan yang tidak disengaja akibat perkiraan yang tidak tepat serta hal-hal yang belum terhitung.

$$LWT = W_{st} + W_{ad} + W_p + W_{oa} + W_{res}$$

$$= 64,957 + 13,105 + 86,3 + 6,25$$

$$= 170,625 \text{ ton}$$

$$W_{\text{res}} = (2 \div 3)\% \text{ LWT, diambil } 3\%$$

$$= 3\% \times 170,625$$

$$= 5,12 \text{ ton}$$

$$\text{Jadi LWT}_{\text{total}} = \text{LWT} + W_{\text{res}}$$

$$= 170,625 + 5,12$$

$$= 175,75 \text{ ton}$$

#### 4.8.2. Perhitungan DWT [Poehls, H, 1982]

Tanki-tanki pada kapal pengisiannya direncanakan setiap 7 hari sekali.

1. Berat Fuel Oil ( untuk genset utama dan genset bantu )

$$W_{\text{FO}} = (P_{\text{mg}} \cdot b_{\text{mg}} + P_{\text{bag}} \cdot b_{\text{ag}}) \cdot t \cdot 10^{-6} \cdot (1,1 \div 1,3)$$

Dimana :

$$P_{\text{mg}} = \text{Besar HP genset utama} = 1855 \text{ Hp}$$

$$b_{\text{mg}} = \text{Konsumsi BB genset utama} = 560 \text{ g / Hph}$$

$$P_{\text{ag}} = \text{Besar Hp genset bantu} = 395 \text{ Hp}$$

$$b_{\text{ag}} = \text{Konsumsi BB genset bantu} = 230 \text{ g / Hph}$$

$$t = 7 \text{ hari} = 168 \text{ jam}$$

$$\text{Jadi } W_{\text{FO}} = (1855 \cdot 560 + 395 \cdot 230) \cdot 168 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3$$

$$= 253,1 \text{ ton}$$

2. Berat Lubrication Oil / minyak pelumas

$$W_{\text{LO}} = (P_{\text{mg}} \cdot b_{\text{mg}} + P_{\text{bag}} \cdot b_{\text{ag}}) \cdot t \cdot 10^{-6} \cdot (1,1 \div 1,3)$$

Dimana:





$$Pb_{mg} = \text{Besar HP genset utama} = 1855 \text{ Hp}$$

$$b_{mg} = \text{Konsumsi LO genset utama} = 10,25 \text{ g / Hph}$$

$$Pb_{ag} = \text{Besar Hp genset bantu} = 395 \text{ Hp}$$

$$b_{ag} = \text{Konsumsi LO genset bantu} = 4,20 \text{ g / Hph}$$

$$t = 7 \text{ hari} = 168 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi } W_{LO} &= (1855 \cdot 10,25 + 395 \cdot 4,20) \cdot 168 \cdot 10^{-6} \cdot \\ &\quad 1,3 \\ &= 4,63 \text{ ton} \end{aligned}$$

3. Berat fresh water / air tawar

a. Untuk minum: 10 kg/orang/hari

$$= 38 \text{ orang} \cdot 10 \text{ kg/orang/hari} \cdot 7 \text{ hari} \cdot 10^{-3} = 2,6 \text{ ton}$$

b. Untuk mandi dan cuci: 100 kg/orang/hari

$$= 38 \text{ orang} \cdot 100 \text{ kg/orang/hari} \cdot 7 \text{ hari} \cdot 10^{-3} = 26,6 \text{ ton}$$

c. Untuk pendingin mesin:  $2 \div 5 \text{ kg / HP}$

$$= (2 \times 1855) + (2 \times 395) = 4,7 \text{ ton}$$

Berat total fresh water yang dibutuhkan = 33,9 ton

4. Berat provision 3 kg/orang/hari

$$= 38 \text{ orang} \cdot 3 \text{ kg/orang/hari} \cdot 7 \text{ hari} \cdot 10^{-3} = 0,8 \text{ ton}$$

5. Berat crew diambil rata-rata 75 kg /orang

$$= 36/3 \text{ orang} \cdot 75 \text{ kg /orang} \cdot 10^{-3} = 0,9 \text{ ton (pekerja)}$$

$$= 2 \text{ orang} \cdot 75 \text{ kg /orang} \cdot 10^{-3} = 0,15 \text{ ton (Pimpinan Umum dan KKM)}$$

Berat total crew dalam satu shift = 1,05 ton

6. Berat luggage (bagasi) rata-rata 10 kg/orang

$$= 36/3 \text{ orang} \cdot 10 \text{ kg/orang} \cdot 10^{-3} = 0,12 \text{ ton (pekerja)}$$

$$= 2 \text{ orang} \cdot 10 \text{ kg/orang} \cdot 10^{-3} = 0,02 \text{ ton (Pimpinan Umum dan KKM)}$$

Berat total luggage dalam satu shift = 0,14 ton

Jadi berat DWT = 293,62 ton

#### 4.8.3. Perhitungan Displacement

$$\begin{aligned} \Delta &= L \cdot B \cdot T \cdot \gamma_{\text{air laut}} \cdot C \\ &= 31 \times 9,3 \times 1,6 \times 1,025 \times 1,004 \\ &= 474,7 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta &= \text{LWT} + \text{DWT} \\ &= 175,75 + (320,22 + W_{\text{ballast}}) \end{aligned}$$

Sehingga W ballast dapat diketahui:

$$\begin{aligned} W_{\text{ballast}} &= 474,7 - (175,75 + 293,62) \\ &= 474,7 - 469,37 \\ &= 5,33 \text{ ton} \end{aligned}$$

#### 4.9. Maintenance Dredging

Untuk menjaga agar alur yang telah dikeruk tetap dapat berfungsi sebagaimana yang diinginkan, maka diperlukan perawatan tahunan yang disebut *maintenance dredging*. Dari hasil studi DETEC volume pengerukan pada saat *maintenance dredging* mencapai 2,5 juta m<sup>3</sup>. Dengan kecepatan produksi rata-rata 2000 m<sup>3</sup> per jam maka akan diperlukan waktu  $2500000 / 2000 = 1250$  jam atau  $\pm$

53 hari. Dengan toleransi keterlambatan 15% akibat pengaruh cuaca dan lain sebagainya, maka total waktu untuk *maintenance dredging* adalah 61 hari.

Pelaksanaan *maintenance dredging* ini menggunakan pola dan metode yang sama dengan pelaksanaan *capital dredging* baik metode maupun letak *dumping area*, yang berbeda hanyalah jumlah material yang dikeruk.



## **BAB V. ANALISIS EKONOMIS**

*"Angin bertiup tanpa menghiraukan arah perahu yang sedang berlayar"*



## **BAB V**

### **ANALISIS EKONOMIS**

#### **5.1. Perhitungan Kelayakan Investasi**

##### **5.1.1. Estimasi Investasi**

Didalam pelaksanaan suatu investasi, selain dari sisi teknis maka kelayakan investasi juga harus ditinjau dari sisi ekonomis. Tinjauan aspek teknis ini penting dilaksanakan karena menyangkut *opportunity cost* yang kita keluarkan. Dari sini bisa dianalisis apakah investasi tersebut menguntungkan atau tidak dan bisa diketahui kapan investasi akan kembali. Selain itu bisa pula diketahui umur ekonomis kapal, yaitu sampai kapan kapal tetap dapat dioperasikan tanpa ada kerugian-kerugian akibat operasionalnya. Demikian pula dalam dunia pengerukan, dimana dalam menentukan kriteria disain teknis, disamping harus sesuai dengan daerah operasinya, hasil rancangan kapal juga cukup ekonomis dan menguntungkan sehingga investasi layak dilaksanakan.

Analisis ekonomis pengadaan suatu kapal terdiri dari dua hal penting yang perlu diperhatikan yaitu manfaat atau pemasukan, serta biaya yang dikeluarkan. Perhitungan investasi pengadaan kapal dapat menggunakan pendekatan-pendekatan dengan berdasarkan patokan harga kapal yang sejenis. Harga kapal tersebut diasumsikan konstan setiap tahun dengan mengabaikan indikator ekonomi. Asumsi yang dipergunakan dalam perhitungan ekonomis ini adalah 1 US\$ = Rp 10.000,00 (kurs per 18 Januari 2002).



Estimasi biaya produksi kapal keruk, dari buku *Ships Economics; Estimating Building and Operating Costs, I.L. Buxton, 1978*, yaitu seperti tabel dibawah ini:

Nama Item	Persentase (%)
1. Steelwork material, termasuk pelat, profil, dan pengelasan	6
2. Biaya tenaga kerja; meliputi upah buruh tetapi tidak termasuk overhead	11
3. Outfitting dan sub kontraktor, termasuk pipa perlengkapan kapal seperti tutup palkah, winch, jangkar, galley gear, dan sub kontraktor seperti insulation dan ventilasi	20
4. Biaya tenaga kerja outfitting, tidak termasuk termasuk overhead	7
5. Mesin penggerak, yaitu mesin diesel kecepatan rendah atau sejenisnya seperti boiler, turbin, gearing, kondensor	14
6. Permesinan lain, seperti mesin bantu, generator, poros, pompa, dan sistem kontrol di kamar mesin	16
7. Ongkos kerja pemasangan mesin	3
8. Biaya-biaya overhead, seperti keamanan dan tunjangan hari raya, pengawasan, listrik, dan pengeluaran-pengeluaran tetap semacam perawatan gedung, depresiasi, dan administrasi umum	20
Sub total material	59
Sub total tenaga kerja, termasuk overhead	41
Total	100

Tabel 5.1. Persentase biaya produksi kapal keruk

Dari bagian IV.8.1 diketahui berat baja  $W_{st} = 124,957$  ton, dari data yang didapat dari PT PAL Surabaya diperoleh steel plate cost = US\$ 400/ton. Maka diperoleh steel work material adalah  $124,957 \times 400 = \text{US\$ } 49.982,8$ . Harga ini merupakan 6% dari keseluruhan harga kapal keruk yang dibangun (lihat tabel diatas). Total keseluruhan harga kapal adalah sebesar

$$\frac{100\%}{9\%} \times 49.982,8 = \text{US\$}555.364,44 .$$



Biaya investasi untuk pengadaan pipa buang dengan  $\varnothing 30'' \approx 914,4$  mm berikut instalasinya untuk tiap kilometer pipa adalah sebesar US\$ 10.000. Jadi untuk pipa terapung sepanjang 9 km adalah sebesar  $9 \times 10.000 = \text{US\$ } 90.000$ . Total keseluruhan biaya investasi adalah sebesar  $555.364,44 + 90.000 = \text{US\$ } 645.364,44$ .

### 5.1.2. Estimasi biaya capital dredging

Perhitungan ini digunakan untuk mendapatkan biaya pengerukan selama pelaksanaan *capital dredging*. Perhitungan yang dipergunakan disini menggunakan asumsi harga bahan bakar dari Pertamina per 18 Januari 2002. Harga BBM dan minyak pelumas yang dipergunakan adalah sebagai berikut:

1 liter fuel oil (HSD) = Rp 1.250,00

1 liter lubricating oil = Rp 13.000,00

1 ton fresh water = Rp 8.000,00

Ada 3 (tiga) komponen biaya operasional kapal:

- Voyage cost
  - Operating cost
  - Capital cost
- Voyage cost

1. Fuel oil cost

a. Kapal keruk

Kapal keruk direncanakan diisi kebutuhan bahan bakar, minyak lumas, dan air tawarnya setiap 7 (tujuh) hari sekali selama berlangsungnya proses pengerukan (168 hari). Berat konsumsi FO

yang dibutuhkan dalam 7 hari ( $W_{FO}$ ) = 253,1 ton (lihat 4.8.2, hal IV-27). Total volume selama 7 hari =  $253,1 / 0,95 = 266,42 \text{ m}^3 = 266.420 \text{ liter}$ . Total selama 168 hari =  $266.420 \times 168 / 7 = 6.394.080 \text{ liter}$ .

Dengan harga HSD Rp 1.250,00 per liter maka total fuel cost adalah sebesar  $6.394.080 \times 1250 = \text{Rp } 7.992.600.000 \approx \text{US\$ } 799.260$

b. Kapal tunda

Sebuah kapal tunda yang digunakan dalam pekerjaan pengerukan ini. Sebelum menentukan kebutuhan FO kapal tunda, lebih dulu ditentukan jarak yang ditempuh kapal tunda.

- Mobilisasi kapal keruk untuk kali pertama, dari Pelabuhan Trisakti menuju ke mulut alur yang baru menempuh jarak  $\pm 50 \text{ km} \approx 27 \text{ mil laut}$ . Satu trip =  $2 \times 27 = 54 \text{ mil laut}$ .
- Kapal tunda selalu berada di lokasi pengerukan kecuali untuk mengangkut kru pada saat pergantian shift. Selama operasional pengerukan kapal tunda melayari alur sebanyak empat kali pulang pergi (lihat 4.2, hal IV-5). Jarak yang ditempuh adalah  $8 \times 12 = 96 \text{ km} \approx 51,84 \text{ mil laut}$ .
- Mengangkut kru pada saat pergantian shift tiga kali sehari selama 168 hari dari dan ke Pelabuhan Trisakti. Jumlah trip adalah  $168 \times 3 = 504 \text{ trip}$ . Jarak yang ditempuh dalam satu trip adalah 20 mil (jarak dari Pelabuhan Trisakti menuju

mulut keluar alur) + 6 km (jarak rata-rata dari mulut keluar alur ke lokasi pengerukan) = 43,04 km  $\approx$  23,24 mil laut. Dalam satu trip =  $2 \times 23,24 = 46,48$  mil laut. Total jarak tempuh selama pengerukan =  $46,48 \times 504 = 23425,92$  mil laut.

$$\begin{aligned}\text{Total jarak pelayaran kapal tunda} &= 54 + 51,84 + 23425,92 \\ &= 23531,76 \text{ mil laut}\end{aligned}$$

Kebutuhan FO kapal tunda dihitung sebagai berikut:

$$W_{FO} = (Pb_{me} \cdot b_{me}) \cdot S/V \cdot 10^{-6} \cdot (1,1 \div 1,3)$$

Dimana :

$$Pb_{me} = \text{Besar HP kapal tunda} = 360 \text{ Hp}$$

$$b_{me} = \text{konsumsi FO kapal tunda} = 150 \text{ g / Hph}$$

$$S = \text{radius pelayaran} = 23531,76 \text{ mil laut}$$

$$V = \text{kecepatan dinas kapal tunda} = 8 \text{ knot}$$

$$\begin{aligned}\text{Jadi } W_{FO} &= (360 \cdot 150) \cdot 23531,76/8 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 \\ &= 206,5 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume FO} &= 206,5 / 0,95 \\ &= 218 \text{ m}^3 = 218000 \text{ liter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Fuel cost kapal tunda} &= 218000 \times 1250 \\ &= \text{Rp } 272.500.000,00 \\ &= \text{US\$ } 27.250\end{aligned}$$

## 2. Lubricating oil cost

### a. Kapal keruk



Kapal keruk direncanakan diisi kebutuhan minyak lumasnya setiap 7 (tujuh) hari sekali selama berlangsungnya proses pengerukan (168 hari). Berat konsumsi LO yang dibutuhkan dalam 7 hari ( $W_{LO}$ ) = 4,63 ton (lihat 4.8.2, hal IV-28). Total volume selama 7 hari =  $4,63 / 0,9 = 5,14 \text{ m}^3 = 5.140 \text{ liter}$ . Total selama 168 hari =  $5.140 \times 168 / 7 = 123.360 \text{ liter}$ .

Dengan harga LO Rp 13.000,00 per liter maka total LO cost adalah sebesar  $123.360 \times 13000 = \text{Rp } 1.603.680.000,00 \approx \text{US\$ } 160.368$

b. Kapal tunda

Kebutuhan LO kapal tunda dihitung sebagai berikut:

$$W_{LO} = (Pb_{me} \cdot b_{me}) \cdot S/V \cdot 10^{-6} \cdot (1,1 \div 1,3)$$

Dimana :

$$Pb_{me} = \text{besar HP kapal tunda} = 360 \text{ Hp}$$

$$b_{me} = \text{konsumsi LO kapal tunda} = 2,37 \text{ g / Hph}$$

$$S = \text{radius pelayaran} = 23531,76 \text{ mil laut}$$

$$V = \text{kecepatan dinas kapal tunda} = 8 \text{ knot}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi } W_{LO} &= (360 \cdot 2,37) \cdot 23531,76/8 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 \\ &= 3,26 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume LO} &= 3,26 / 0,9 \\ &= 3,63 \text{ m}^3 = 3630 \text{ liter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Fuel cost kapal tunda} &= 3630 \times 13000 \\ &= \text{Rp } 47.190.000,00 \end{aligned}$$

$$= \text{US\$ } 4.719$$

### 3. Fresh water cost

Kapal keruk direncanakan diisi kebutuhan air tawarnya setiap 7 (tujuh) hari sekali selama berlangsungnya proses pengerukan (168 hari). Berat konsumsi LO yang dibutuhkan dalam 7 hari ( $W_{LO}$ ) = 33,9 ton (lihat 4.8.2, hal IV-28). Total selama 168 hari =  $33,9 \times 168 / 7 = 813,6$  ton.

Dengan harga FW Rp 8.000,00 per ton maka total FW cost adalah sebesar  $813,6 \times 8000 = \text{Rp } 6.508.800 \approx \text{US\$ } 650,88$

- Operating cost

#### 1. Gaji Anak Buah Kapal (ABK)

Gaji yang diperoleh selama proyek pengerukan disamping gaji tetap mereka sebagai pegawai PT Rukindo cabang Banjarmasin. Jumlah ABK kapal keruk sebanyak 38 orang dan kru kapal tunda 6 orang (3 shift). Perincian gaji tiap-tiap kru adalah:

▪ Imbalan prestasi (premi) rata-rata /m <sup>3</sup> /org = Rp 50,00	
$= (50 \times 7000000) / 44$	= Rp 7.954.545,00
▪ Uang makan Rp 5.000,00 per hari	
$= 5.000,00 \times 168$	= Rp 840.000,00
▪ Pakaian kerja	= Rp 100.000,00
Total gaji	= Rp 8.894.545,00

Jadi jumlah gaji yang dibayarkan selama pengerukan berlangsung  
 $= 44 \times 8.894.545,00 = \text{Rp } 391.359.980 \approx \text{US\$ } 39.136.$

## 2. Survey

Survey yang dilaksanakan meliputi:

- predredge survey
- check survey / levelling
- progress survey
- final survey

Biaya yang diperlukan diperkirakan Rp 15.000.000,00 = US\$

1.500

### 5.1.3. Estimasi biaya maintenance dredging

- Voyage cost

1. Fuel oil cost

- a. Kapal keruk

Maintenance dredging berlangsung selama 61 hari. Berat konsumsi FO yang dibutuhkan dalam 7 hari ( $W_{FO}$ ) = 253,1 ton (lihat 4.8.2, hal IV-27). Total volume selama 7 hari =  $253,1 / 0,95$  = 266,42 m<sup>3</sup> = 266.420 liter. Total selama 61 hari =  $266.420 \times 61 / 7$  = 2.321.660 liter.

Dengan harga HSD Rp 1.250,00 per liter maka total fuel cost adalah sebesar  $2.321.660 \times 1250$  = Rp 2.902.075.000  $\approx$  US\$ 290.207,5

- b. Kapal tunda



Sebuah kapal tunda yang digunakan dalam pekerjaan pengerukan ini. Sebelum menentukan kebutuhan FO kapal tunda, lebih dulu ditentukan jarak yang ditempuh kapal tunda.

- Mobilisasi kapal keruk untuk kali pertama, dari Pelabuhan Trisakti menuju ke mulut alur yang baru menempuh jarak  $\pm 50 \text{ km} \approx 27 \text{ mil laut}$ . Satu trip =  $2 \times 27 = 54 \text{ mil laut}$ .
- Kapal tunda selalu berada di lokasi pengerukan kecuali untuk mengangkut kru pada saat pergantian shift. Selama operasional pengerukan kapal tunda melayari alur sebanyak empat kali pulang pergi (lihat 4.2, hal IV-5). Jarak yang ditempuh adalah  $8 \times 12 = 96 \text{ km} \approx 51,84 \text{ mil laut}$ .
- Mengangkut kru pada saat pergantian shift tiga kali sehari selama 61 hari dari dan ke Pelabuhan Trisakti. Jumlah trip adalah  $61 \times 3 = 183 \text{ trip}$ . Jarak yang ditempuh dalam satu trip adalah  $20 \text{ mil}$  (jarak dari Pelabuhan Trisakti menuju mulut keluar alur) +  $6 \text{ km}$  (jarak rata-rata dari mulut keluar alur ke lokasi pengerukan) =  $43,04 \text{ km} \approx 23,24 \text{ mil laut}$ . Dalam satu trip =  $2 \times 23,24 = 46,48 \text{ mil laut}$ . Total jarak tempuh selama pengerukan =  $46,48 \times 183 = 8505,84 \text{ mil laut}$ .

$$\begin{aligned} \text{Total jarak pelayaran kapal tunda} &= 54 + 51,84 + 8505,84 \\ &= 8611,68 \text{ mil laut} \end{aligned}$$

Kebutuhan FO kapal tunda dihitung sebagai berikut:

$$W_{FO} = (Pb_{me} \cdot b_{me}) \cdot S/V \cdot 10^{-6} \cdot (1,1 \div 1,3)$$

Dimana :

$$Pb_{me} = \text{Besar HP kapal tunda} = 360 \text{ Hp}$$

$$b_{me} = \text{konsumsi FO kapal tunda} = 150 \text{ g / Hph}$$

$$S = \text{radius pelayaran} = 8611,68 \text{ mil laut}$$

$$V = \text{kecepatan dinas kapal tunda} = 8 \text{ knot}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi } W_{FO} &= (360 \cdot 150) \cdot 8611,68 / 8 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 \\ &= 75,6 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume FO} &= 75,6 / 0,95 \\ &= 79,6 \text{ m}^3 = 79.600 \text{ liter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Fuel cost kapal tunda} &= 79600 \times 1250 \\ &= \text{Rp } 99.500.000,00 \\ &= \text{US\$ } 9.950 \end{aligned}$$

## 2. Lubricating oil cost

### a. Kapal keruk

Kapal keruk direncanakan diisi kebutuhan minyak lumasnya setiap 7 (tujuh) hari sekali selama berlangsungnya maintenance dredging (61 hari). Berat konsumsi LO yang dibutuhkan dalam 7 hari ( $W_{LO}$ ) = 4,63 ton (lihat 4.8.2, hal IV-28). Total volume selama 7 hari =  $4,63 / 0,9 = 5,14 \text{ m}^3 = 5.140 \text{ liter}$ . Total selama 61 hari =  $5.140 \times 61 / 7 = 44.792 \text{ liter}$ .

Dengan harga LO Rp 13.000,00 per liter maka total LO cost adalah sebesar  $44.792 \times 13000 = \text{Rp } 582.296.000 \approx \text{US\$ } 58.229,6$

### b. Kapal tunda

Kebutuhan LO kapal tunda dihitung sebagai berikut:

$$W_{LO} = (Pb_{me} \cdot b_{me}) \cdot S/V \cdot 10^{-6} \cdot (1,1 \div 1,3)$$

Dimana :

$$Pb_{me} = \text{besar HP kapal tunda} = 360 \text{ Hp}$$

$$b_{me} = \text{konsumsi LO kapal tunda} = 2,37 \text{ g / Hph}$$

$$S = \text{radius pelayaran} = 8611,68 \text{ mil laut}$$

$$V = \text{kecepatan dinas kapal tunda} = 8 \text{ knot}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi } W_{LO} &= (360 \cdot 2,37) \cdot 8611,68/8 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 \\ &= 1,2 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume LO} &= 1,2 / 0,9 \\ &= 1,33 \text{ m}^3 = 1333 \text{ liter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Fuel cost kapal tunda} &= 1333 \times 13000 \\ &= \text{Rp } 17.329.000,00 \\ &= \text{US\$ } 1.732,9 \end{aligned}$$

### 3. Fresh water cost

Kapal keruk direncanakan diisi kebutuhan air tawarnya setiap 7 (tujuh) hari sekali selama berlangsungnya proses pengerukan (61 hari).

Berat konsumsi LO yang dibutuhkan dalam 7 hari ( $W_{LO}$ ) = 33,9 ton (lihat 4.8.2, hal IV-28). Total selama 61 hari =  $33,9 \times 61 / 7 = 295,4$  ton.

Dengan harga FW Rp 8.000,00 per ton maka total FW cost adalah sebesar  $295,4 \times 8000 = \text{Rp } 2.363.200,00 \approx \text{US\$ } 236,32$

- Operating cost

1. Gaji Anak Buah Kapal (ABK)



Gaji yang diperoleh selama proyek pengerukan disamping gaji tetap mereka sebagai pegawai PT Rukindo cabang Banjarmasin. Jumlah ABK kapal keruk sebanyak 38 orang dan kru kapal tunda 6 orang (3 shift). Perincian gaji tiap-tiap kru adalah:

- Imbalan prestasi (premi) rata-rata /m<sup>3</sup>/org = Rp 50,00  

$$= (50 \times 2500000) / 44 = \text{Rp } 2.840.909,00$$
- Uang makan Rp 5.000,00 per hari  

$$= 5.000,00 \times 61 = \text{Rp } 305.000,00$$
- Pakaian kerja 
$$= \text{Rp } 50.000,00$$
- $$\text{Total gaji} = \text{Rp } 3.195.909,00$$

Jadi jumlah gaji yang dibayarkan selama pengerukan berlangsung  

$$= 44 \times 3.195.909,00 = \text{Rp } 140.619.996,00 \approx \text{US\$ } 14.062.$$

## 2. Survey

Survey yang dilaksanakan meliputi:

- predredge survey
- check survey / levelling
- progress survey
- final survey

Biaya yang diperlukan diperkirakan Rp 10.000.000,00 = US\$ 1.000

### 5.1.4. Pengeluaran tahunan

1. Perawatan dan perbaikan



Biaya perawatan dan perbaikan kapal keruk ini setiap tahunnya diperkirakan 2,5% dari harga kapal, yaitu  $2,5\% \times 555.364 = \text{US\$ } 13.884,1$

## 2. Asuransi

Biaya asuransi per tahun diambil pendekatan 1% dari harga kapal, yaitu  $1\% \times 555.364 = \text{US\$ } 5.553,64$

### 5.1.5. Capital cost (CC)

$$CC = \frac{(CR - Tr/N)}{(1,0 - Tr)} \times \text{investasi}$$

Dimana :

$$\text{- CRF : Capital Recovery Factor} = \frac{i \times (i + 1)^N}{(1 + i)^N - 1}$$

$$\text{- Tr : Tax rate} = 11 \%$$

$$\text{- i : Interest rate} = 18 \% \text{ ( tingkat suku bunga rata-rata )}$$

$$\text{- N : Lama investasi} = 17 \text{ tahun}$$

$$\text{- Investasi awal} = \text{US\$ } 645.364,44$$

$$\text{- CR} = \frac{0,18 \times (0,18 + 1)^{17}}{(1 + 0,18)^{17} - 1}$$

$$= 0,196$$

$$\text{- CC} = \frac{(0,196 - 0,11/17)}{(1,0 - 0,15)} \times \text{US\$ } 645.364,44$$

$$= 0,222 \times \text{US\$ } 645.364,44$$

$$= \text{US\$ } 143.245,59$$

### 5.1.6. Estimasi pemasukan dari operasional kapal

Sesuai dengan Peraturan Daerah Propinsi Kalimantan Selatan No. 6 tahun 2001 tentang kebijakan *channel fee* (lihat lampiran), maka penghasilan yang diharapkan didapat dari proyek pengerukan ini adalah dari retribusi atas kapal-kapal yang menggunakan jasa alur. Kapal-kapal yang akan dikenai *channel fee* adalah:

- kapal-kapal niaga kelas 1000 GT keatas, dikenai US\$ 0,06 per GT sekali kunjungan (keluar masuk)
- tongkang pengangkut batubara, dikenai US\$ 0,25 per ton

Adapun kapal-kapal yang dibebaskan dari pengenaan *channel fee* adalah sebagai berikut:

- semua kapal penumpang termasuk jenis RoRo tanpa memperhatikan ukuran kapal;
- semua kapal khusus mengangkut sembako
- semua kapal milik atau charter Pertamina
- semua kapal-kapal tugas pemerintah
- kapal perang
- kapal Palang Merah
- KLM/PLM;
- kapal muatan kosong

Berdasarkan proyeksi arus kunjungan kapal yang melalui Sungai Barito (lihat lampiran), diperkirakan pada tahun 2018 akan ada muatan sebanyak 10.988.575 GT yang akan dibawa masuk ke Pelabuhan Trisakti dengan



pertumbuhan rata-rata tiap tahunnya 6,19%. Untuk batubara diproyeksikan 37.500.000 ton pada tahun 2018 dengan rata-rata pertumbuhan 5,6%. Selanjutnya dapat dibuat tabel pemasukan dari kapal-kapal yang dikenai *channel fee* seperti dibawah ini:

Tahun	Jenis Kapal				Total Pemasukan
	Kapal Niaga		Tongkang Batubara		
	Gross Tonnage (ton)	Channel Fee (US\$)	Jumlah Muatan (ton)	Channel Fee (US\$)	
2002	4203426	252206	1568226	392056	644262
2003	4463618	267817	1656046	414012	681829
2004	4739916	284395	1748785	437196	721591
2005	5033317	301999	1846717	461679	763678
2006	5344880	320693	1950133	487533	808226
2007	5675728	340544	2059341	514835	855379
2008	6027055	361623	2174664	543666	905289
2009	6400130	384008	2296445	574111	958119
2010	6796298	407778	2425046	606261	1014039
2011	7216989	433019	2560848	640212	1073231
2012	7663720	459823	2704256	676064	1135887
2013	8138105	488286	2855694	713924	1202210
2014	8641853	518511	3015613	753903	1272414
2015	9176784	550607	3184487	796122	1346729
2016	9744827	584690	3362819	840705	1425394
2017	10348032	620882	3551136	887784	1508666
2018	10988575	659315	3750000	937500	1596815

Tabel 5.2. Rencana pendapatan tahunan

5.1.7. Perhitungan Net Present Value

*Net Present Value* (NPV) adalah nilai dari keuntungan bersih dari pengoperasian suatu kapal setelah dikurangi dengan beberapa penyusutan pada masa yang akan datang, yang dilihat nilainya saat ini.

Net Present Value (NPV) merupakan salah satu metode untuk mengevaluasi kelayakan suatu investasi suatu proyek. Metode ini memerlukan data – data sebagai berikut :

- Investasi awal dalam bentuk harga kapal

- Suku bunga bank
- Pengeluaran untuk operasi kapal dalam satu tahun
- Penerimaan dari hasil operasi kapal dalam satu tahun

Perhitungan NPV untuk tahun ke  $-N$  adalah :

$$NPV = \sum (PW)_j (R_j - Y_j)$$

Dimana :  $PW$  : Present worth =  $\frac{1}{(i+1)}$

$I$  : Suku bunga bank = 13%

$R$  : Pemasukan dalam satu tahun

$j$  : 1,2,3... ,N

Analisis perhitungannya adalah sebagai berikut :

Jika : -  $NPV > 0$  , berarti investasi menguntungkan

-  $NPV < 0$  , berarti investasi tidak menguntungkan.

Untuk perhitungan NPV ini dipakai cara tabulasi karena berupa perhitungan yang berulang. Berikut ini keterangan notasi yang digunakan dalam perhitungan NPV.

- $(Ro)$  = kolom penerimaan awal tahun operasi
- $(w)$  = faktor pengurangan karena teknologi usang
- $(x)$  = faktor pengurangan karena kondisi kapal
- $(Yo)$  = biaya operasi awal
- $(y)$  = faktor pengurangan karena pengaruh inflasi
- $(z)$  = faktor pengurangan karena perbaikan – perbaikan

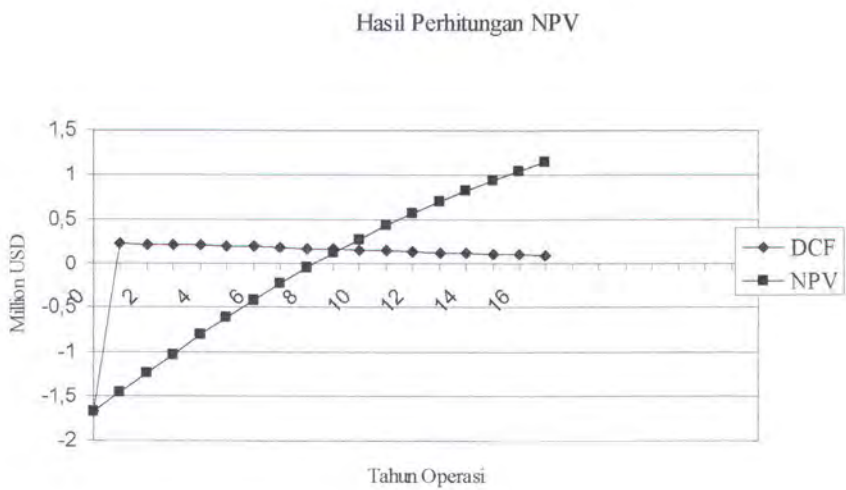
- (v) = faktor pengurangan karena *future freight rate*
- (A) = pendapatan sebelum kena pajak tiap tahun
- (i) = tingkat suku bunga tiap tahun
- (PW) = faktor nilai saat ini untuk pembayaran tunggal
- (DCF) = kolom untuk *Discount Cash Flow*

DCF adalah pendapatan yang telah di discount (dikurangi nilainya setiap tahun.

- (NPV) = Adalah kolom untuk *Net Present Value* .

Hasil evaluasi Investasi :

Dari perhitungan diperoleh *Break Event Point* (BEP) terjadi pada tahun ke-10 yang ditandai dengan nilai NPV yang positif. Kapal masih bisa memberikan keuntungan setelah tahun ke-10 karena umur efektif kapal 17 tahun. Perhitungan NPV selengkapnya dapat dilihat di lampiran dan dapat disajikan dalam bentuk grafik dibawah ini:



Gambar 5.1. Hasil perhitungan NPV



## **BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN**

*"Primum oeveri deinde philosophari"*



## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1. Kesimpulan**

##### **6.1.1. Segi Teknis**

Berdasarkan perhitungan di depan disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Tipe kapal keruk yang sesuai dengan kondisi perairan alur masuk Pelabuhan Trisakti Banjarmasin adalah tipe *plain suction dredger*, karena tipe kapal keruk ini memiliki karakteristik yang sesuai dengan jenis endapan yang ada yaitu lumpur halus. Kelebihan yang lain yaitu sarat yang rendah dan kecepatan produksi yang tinggi.
- 2) Dimensi dari KK. Lazialle adalah:
  - a) Panjang : 31 m
  - b) Lebar : 9,3 m
  - c) Tinggi : 3 m
  - d) Sarat : 1,6 m
- 3) Kedalaman keruk maksimum : 17 m
- 4) Kapasitas produksi : 8000 m<sup>3</sup>/jam

##### **6.1.2. Segi ekonomis**

- Untuk membangun KK. Lazialle dibutuhkan investasi awal sebesar USD 645.364,44

Break Event Point (BEP) terjadi pada tahun ke-10 yang ditandai dengan harga NPV positif.

## **6.2. Saran**

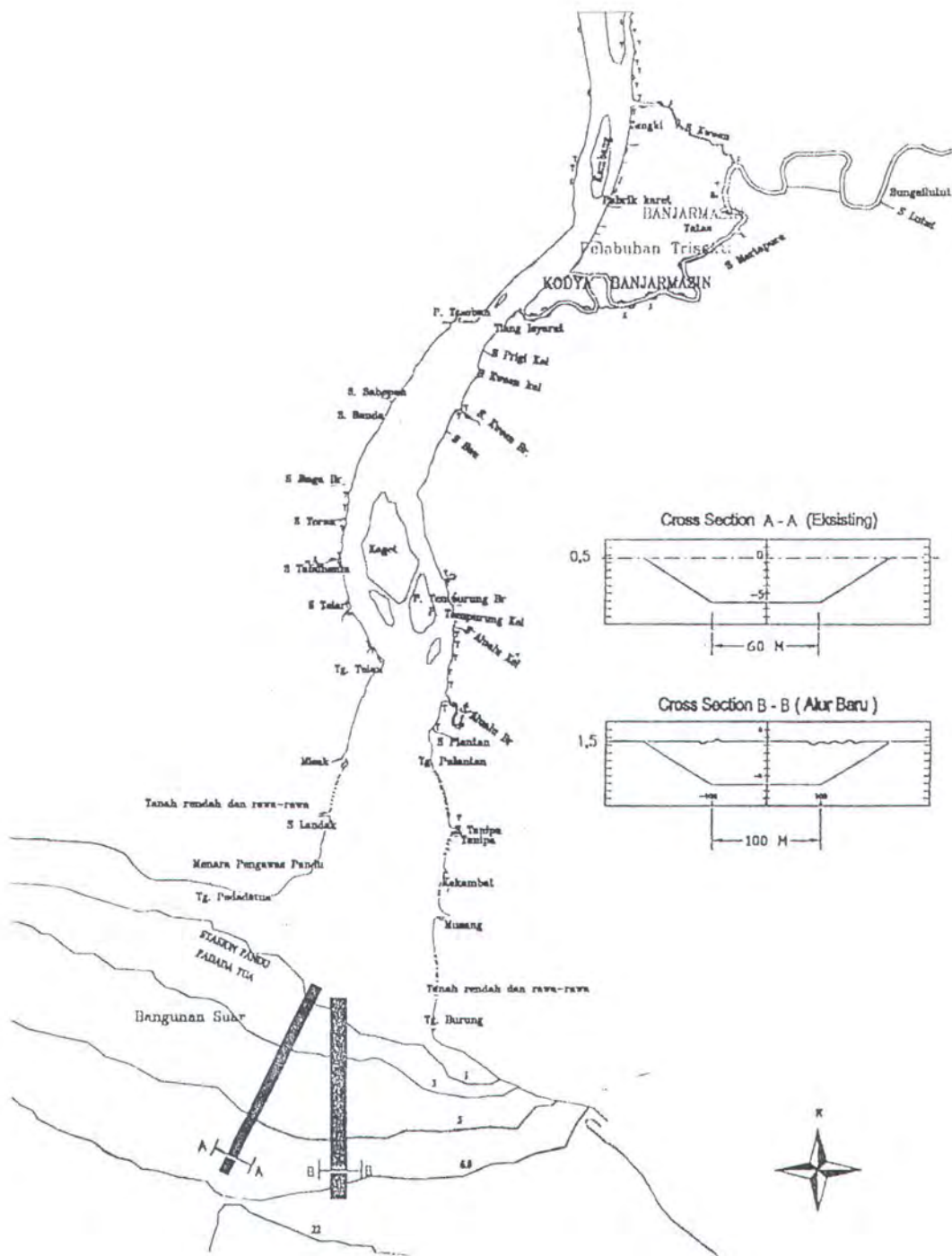
Dari hasil analisa pada tugas akhir ini untuk menentukan jenis kapal keruk yang sesuai untuk daerah Pelabuhan Trisakti Banjarmasin khususnya alur pelayarannya maka disarankan untuk membangun kapal keruk jenis *plain suction dredger* karena memadai secara teknis dan layak secara ekonomis. Guna mempercepat kembalinya investasi, maka kapal dapat disewakan ke daerah sekitar yang membutuhkan mengingat kondisi daerah Kalimantan Selatan yang memiliki banyak sungai dan membutuhkan pengerukan akibat meningkatnya volume ekspor batubara dari daerah pedalaman Kalimantan Selatan.



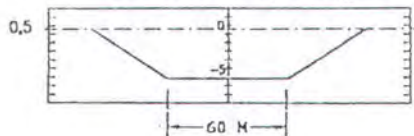
# LAMPIRAN

*Orang bijak berkata. "Sebelum kamu dihisab, hisablah dirimu sendiri."*

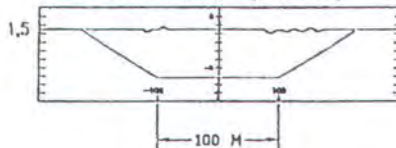




Cross Section A - A (Eksisting)



Cross Section B - B (Akur Baru)





REGRESI LINIER  
PERHITUNGAN UKURAN UTAMA PONTON KK LAZIALLE

No.	T	H	T <sup>2</sup>	H <sup>2</sup>	H · T
1.	1,6	2,5	2,56	6,25	4
2.	2	3,3	4	10,89	6,6
3.	2,8	4,25	7,84	18,0625	11,9
4.	1,6	3,5	2,56	12,25	5,6
5.	2,5	4	6,25	16	10
6.	2,4	3,7	5,76	13,69	8,88
7.	1,7	2,76	2,89	7,6176	4,692
8.	1,61	2,8	2,5921	7,84	4,508
9.	2,75	4,2	7,5625	17,64	11,55
10.	1,8	3,3	3,24	10,89	5,94
11.	1,98	3,1	3,9204	9,61	6,138
12.	2,65	4,2	7,0225	17,64	11,13
13.	2,5	4	6,25	16	10
14.	3,2	4,5	10,24	20,25	14,4
15.	2,9	4,4	8,41	19,36	12,76
Total	33,99	54,51	81,0975	203,9901	128,098

n = 15

T = 2,2660 m

H = 3,6340 m

T<sup>2</sup> = 5,1348 m<sup>2</sup>

H<sup>2</sup> = 13,2060 m<sup>2</sup>

H · T = 8,2346 m<sup>2</sup>

Stt = 4

Shh = 6

Sht = 4,578

bi = 1,123

bo = 1,089

No.	H	L	H <sup>2</sup>	L <sup>2</sup>	H · L
1.	2,5	20	6,25	400	50
2.	3,3	44	10,89	1936	145,2
3.	4,25	95	18,0625	9025	403,75
4.	3,5	40	12,25	1600	140
5.	4	49,8	16	2480,04	199,2
6.	3,7	57,39	13,69	3293,61	212,343
7.	2,76	24,5	7,6176	600,25	67,62
8.	2,8	25	7,84	625	70
9.	4,2	70	17,64	4900	294
10.	3,3	50	10,89	2500	165
11.	3,1	39,93	9,61	1594,4	123,783
12.	4,2	64,35	17,64	4140,92	270,27
13.	4	51	16	2601	204
14.	4,5	61,36	20,25	3764,56	276,102
15.	4,4	57,6	19,36	3317,76	253,44
Total	54,51	749,9	203,99	42778,5	2874,71

n = 15

H = 3,634 m

L = 49,9951 m

H<sup>2</sup> = 13,206 m

L<sup>2</sup> = 2499,51 m

H · L = 181,682

Stt = 6

Shh = 5286

Sht = 149,477

bi = 25,3318

bo = -42,061

T = 1,6 m

H = 2,88595 m

L = 31,0456 m



No.	L	B	L <sup>2</sup>	B <sup>2</sup>	L · B
1.	20	9,5	400	400	190
2.	44	8,75	1936	1936	385
3.	95	14	9025	9025	1330
4.	40	8	1600	1600	320
5.	49,8	11	2480,04	2480,04	547,8
6.	57,39	11,69	3293,61	3293,61	670,889
7.	24,5	8,56	600,25	600,25	209,72
8.	25	8	625	625	200
9.	70	11,8	4900	4900	826
10.	50	8,95	2500	2500	447,5
11.	39,93	11,68	1594,4	1594,4	466,382
12.	64,35	14	4140,92	4140,92	900,9
13.	51	11	2601	2601	561
14.	61,36	15	3764,56	3764,56	920,34
15.	57,6	14	3317,76	3317,76	806,4
Total	749,9	165,9	42778,5	42778,5	8781,93

n = 15

L = 49,9951 m

B = 11,062 m

L<sup>2</sup> = 2499,51 m

B<sup>2</sup> = 122,368 m

L · B = 553,045

Stt = 5286

Shh = 40943

Sht = 486,25

bi = 0,09199

bo = 6,46299

T = 1,6 m

H = 2,886 m

L = 31,046 m

B = 9,319 m

## PERHITUNGAN NPV

No.	NOTASI	RUMUS	SATUAN	TAHUN KE-								
1.	N			0	1	2	3	4	5	6	7	8
2.	Ro		USD	0,00	644.262	681.829	721.591	763.678	808.226	855.379	905.289	958.119
3.	w	$0,0005 \cdot (1)^2 \cdot (2)$	USD	0,00	322,13	1.363,66	3.247,16	6.109,43	10.102,83	15.396,82	22.179,59	30.659,81
4.	x	$0,005 \cdot (1) \cdot (2)$	USD	0,00	3.221,31	6.818,29	10.823,87	15.273,57	20.205,65	25.661,36	31.685,12	38.324,76
5.	Yo		USD	1.032.883,90	375.418,32	375.418,32	375.418,32	375.418,32	375.418,32	375.418,32	375.418,32	375.418,32
6.	y	$0,005 \cdot (1) \cdot (5)$	USD	0,00	1.877,09	3.754,18	5.631,27	7.508,37	9.385,46	11.262,55	13.139,64	15.016,73
7.	z	$0,025 \cdot (1) \cdot 0,5 \cdot (5)$	USD	0,00	9.385,46	13.273,04	16.256,09	18.770,92	20.986,52	22.989,58	24.831,59	26.546,08
8.	v	$(3) + (7)$	USD	0,00	9.707,59	14.636,70	19.503,25	24.880,34	31.089,35	38.386,40	47.011,17	57.205,89
9.	Yo - y	$(5) + (6)$	USD	1.032.883,90	377.295,41	379.172,50	381.049,59	382.926,69	384.803,78	386.680,87	388.557,96	390.435,05
10.	Ro - (x+v)	$(2) - [(4) + (8)]$	USD	0,00	631.333,12	660.373,72	691.264,11	723.524,36	756.931,05	791.331,03	826.592,92	862.588,33
11.	A	$(10) - (9)$	USD	-1.678.248,34	254.037,71	281.201,21	310.214,52	340.597,68	372.127,27	404.650,16	438.034,96	472.153,28
12.	i		%	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
13.	PW	$1/[1 + (12)](1)$		1,00	0,88	0,78	0,69	0,61	0,54	0,48	0,43	0,38
14.	DCF	$(11) \cdot (13)$	USD	-1.678.248,34	224.812,13	220.221,80	214.994,22	208.894,93	201.975,77	194.360,97	186.191,42	177.605,11
15.	NPV	$(15)N-1 + (14)$	USD	-1.678.248,34	-1.453.436,21	-1.233.214,42	-1.018.220,19	-809.325,26	-607.349,49	-412.988,52	-226.797,10	-49.191,99

No.	NOTASI	RUMUS	SATUAN	TAHUN KE-								
1.	N			9	10	11	12	13	14	15	16	17
2.	Ro		USD	1.014.039	1.073.231	1.135.887	1.202.210	1.272.414	1.346.729	1.425.394	1.508.666	1.596.815
3.	w	$0,0005*(1)^2*(2)$	USD	41.068,59	53.661,57	68.721,17	86.559,11	107.519,02	131.979,43	160.356,85	193.109,25	230.739,70
4.	x	$0,005*(1)^*(2)$	USD	45.631,77	53.661,57	62.473,79	72.132,59	82.706,94	94.271,02	106.904,57	120.693,28	135.729,23
5.	Yo		USD	375.418,32	375.418,32	375.418,32	375.418,32	375.418,32	375.418,32	375.418,32	375.418,32	375.418,32
6.	y	$0,005*(1)^*(5)$	USD	16.893,82	18.770,92	20.648,01	22.525,10	24.402,19	26.279,28	28.156,37	30.033,47	31.910,56
7.	z	$0,025*(1)^0,5*(5)$	USD	28.156,37	29.679,42	31.128,04	32.512,18	33.839,75	35.117,17	36.349,72	37.541,83	38.697,23
8.	v	$(3)+(7)$	USD	69.224,97	83.340,99	99.849,22	119.071,29	141.358,77	167.096,60	196.706,58	230.651,08	269.436,93
9.	Yo - y	$(5) + (6)$	USD	392.312,14	394.189,24	396.066,33	397.943,42	399.820,51	401.697,60	403.574,69	405.451,79	407.328,88
10.	Ro - (x+v)	$(2) - [(4)+(8)]$	USD	899.182,56	936.228,82	973.564,15	1.011.005,92	1.048.348,72	1.085.361,24	1.121.783,11	1.157.321,64	1.191.648,34
11.	A	$(10) - (9)$	USD	506.870,42	542.039,59	577.497,82	613.062,50	648.528,21	683.663,64	718.208,41	751.869,85	784.319,46
12.	i		%	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
13.	PW	$1/[1 + (12)](1)$		0,33	0,29	0,26	0,23	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13
14.	DCF	$(11) * (13)$	USD	168.729,47	159.678,55	150.552,33	141.437,13	132.406,44	123.521,99	114.834,88	106.386,76	98.210,85
15.	NPV	$(15)N-1 + (14)$	USD	119.537,49	279.216,03	429.768,36	571.205,49	703.611,93	827.133,92	941.968,80	1.048.355,56	1.146.566,40



PROYEKSI TRAFFIC ARUS BARANG YANG MELALUI SUNGAI BARITO  
TAHUN 1997 - 2018

URAIAN	KET.	SATUAN	EXISTING		PROYEKSI						Tki Pertumbuhan Rata-rata / th (%)		
			1997	1998	1999	2000	2005	2010	2015	2018	2000 - 2005	2005 - 2010	2010 - 2015
DERMAGA UMUM		T / M3	3,330,317	2,852,521	3,390,000	3,432,000	4,638,000	5,950,000	7,594,000	8,790,860	6.56	6.19	-
DERMAGA UNTUK KEPENTINGAN SENDIRI (BOM & PLYWOOD)		T / M3	2,463,771	2,209,811	2,300,000	2,300,000	2,600,000	2,900,000	3,250,000	3,500,000	2.50	3.02	-
DERMAGA UNTUK KEPENTINGAN SENDIRI (BATU BARA)	Pesimis	T / M3	11,660,232	14,234,000	13,000,000	16,300,000	22,860,000	30,000,000	30,000,000	30,500,000	7	3.60	-
	Optimis	T / M3	-	-	16,800,000	18,500,000	25,950,000	32,300,000	32,300,000	32,300,000	7	4.50	-
TOTAL	Pesimis	T / M3	17,854,320	19,296,332	21,990,000	22,082,000	30,118,000	38,850,000	40,844,000	42,390,860	6.50	5.64	0.96
	Optimis	T / M3	6,194,018	5,062,132	22,490,000	24,282,000	33,208,000	41,150,000	43,144,000	44,670,860	8.06	5.48	3.03

Asumsi:

Benjamasin Port Development Project 1996 - PCI

Pengembangan Pelabuhan Benjamasin, PT. (Persero) Pelabuhan Indonesia III,

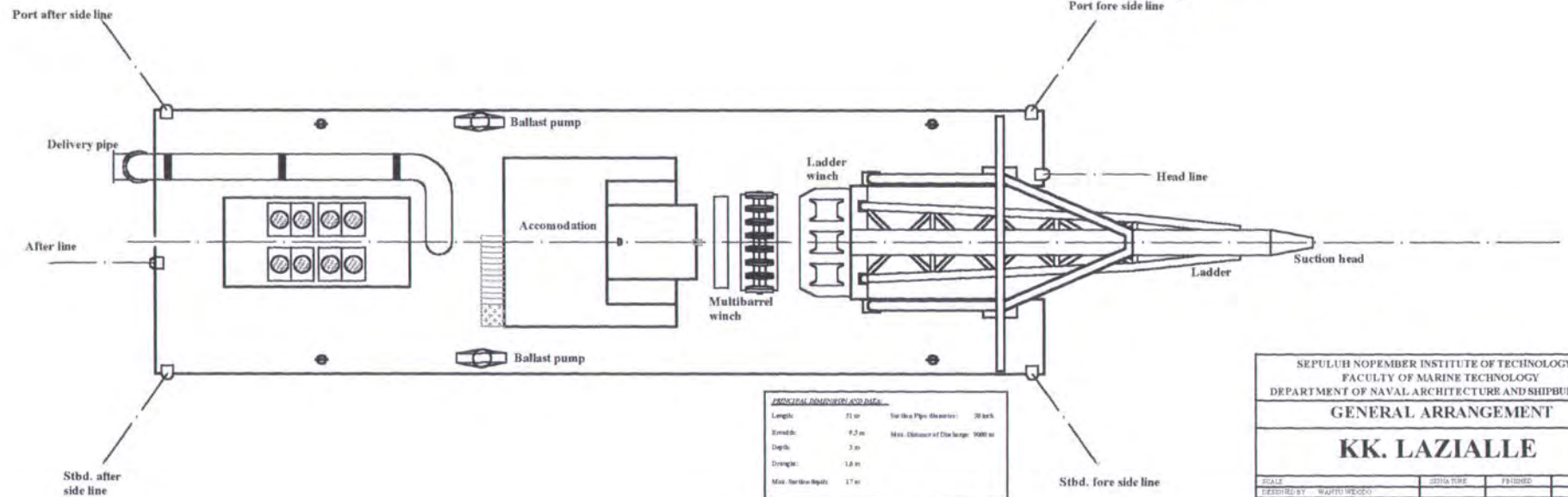
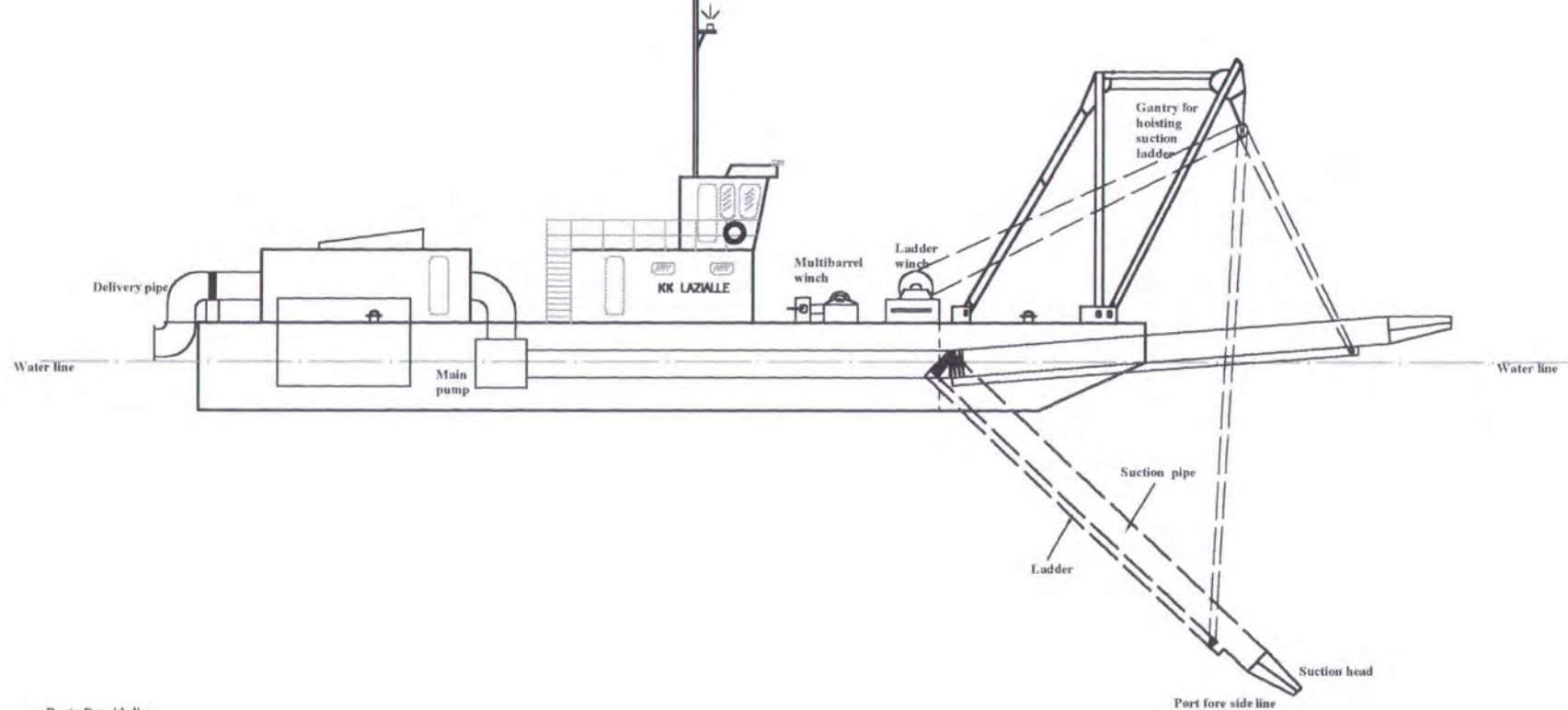
Proyek ini dilaksanakan PT. ADARO s/d 2001

PROYEKSI ARUS KUNJUNGAN KAPAL YANG MELALUI SUNGAI BARITO  
TAHUN 1997 - 2018

URAIAN	REALISASI		REALISASI		PROYEKSI										TINGKAT PERTUMBUHAN PER TAHUN (%)	
	1997		1998		2000		2005		2010		2015		2018		UNIT	GT
	UNIT	GT	UNIT	GT	UNIT	GT	UNIT	GT	UNIT	GT	UNIT	GT	UNIT	GT		
Dermaga Umum																
a) TRISAKTI	1,327	2,953,739	894	2,904,811	1,300	3,570,000	1,650	6,300,000	2,000	7,500,000	2,450	8,244,505	2,750	8,874,717		
b) MARTAPURA BARU	901	380,311	712	216,377	1,090	1,350,000	1,180	1,200,000	1,330	1,260,000	1,460	1,628,324	1,545	1,951,330		
c) MARTAPURA LAMA	226	91,794	602	81,822	600	420,000	610	480,000	610	420,000	610	837,171	610	1,173,953		
TOTAL PELABUHAN UMUM	2,354	3,325,844	2,208	3,203,010	2,990	5,340,000	3,440	7,980,000	3,940	9,180,000	4,520	10,710,000	4,905	12,000,000	2.97	5.21
Dermaga Khusus & Pelabuhan Khusus																
a) DERMAGA KHUSUS	4,373	16,834,251	4,797	16,726,792	5,060	20,426,250	5,800	25,760,768	6,660	32,488,448	7,630	40,973,128	8,282	47,093,526		
b) OFFSHORE																
TOTAL PELSUS DAN DERSUS	4,373	16,834,251	4,797	16,726,792	5,060	20,426,250	5,800	25,760,768	6,660	32,488,448	7,630	40,973,128	8,282	47,093,526	2.94	5.05
TOTAL KUNJUNGAN KAPAL (1 + 2)	17,327	19,755,128	7,005	19,930,002	8,050	25,766,250	9,240	33,740,768	10,600	41,668,448	12,150	51,683,128	13,187	59,093,526	2.95	5.05

Keterangan:

Sanjaya Port Development Project 1995 - 2001  
Gajian Tim.

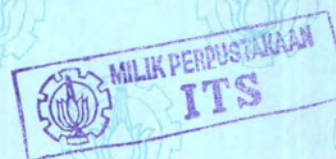


GENERAL DIMENSIONS AND DATA	
Length:	71 m
Breadth:	9.2 m
Depth:	7.5 m
Displacement:	1.8 m
Max. Number People:	17 m
Sea Area Pipe Diameter:	20 inch
Max. Diameter of Discharge:	1000 m

SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING			
GENERAL ARRANGEMENT			
KK. LAZIALLE			
SCALE	DATE	DESIGNED	DATE
DESIGNED BY: RAFFY PRINCE			
DATE: 2023/08/23			
APPROVED BY: D. L. M. SANTOS			



# DAFTAR PUSTAKA



*"Diam aku anggap sebagai perniagaan. Meskipun tidak ada untung, paling tidak aku tidak merugi"*

- Imam Syafi'i



## DAFTAR PUSTAKA

1. MH-DETEC, The access channel to the Port of Banjarmasin, final report, 1998.
2. Ir. A. Roorda, M.R.I.N.A. and Ing. J.J. Vertregt, *Floating Dredgers*, 1970.
3. John Huston, P.E., *Hydraulic Dredging-Theoritical And Applied*, 1970.
4. David and Charles, *Hydraulic Dredging-Theoritical And Applied*.
5. Rochmanhadi, *Kapal Keruk Dan Pengerukan*, 1992.
6. Rolt Hammond, *Modern Dredging Practice*.
7. R.N. Bray, A.D. Bates, J.M. Land, *Dredging A Handbook For Engineers*, second edition, 1997.
8. John B. Herbich, Ph.D., P.E., *Handbook Of Dredging Engineering*.
9. Sularso, Haruo Tahara, *Pompa Dan Kompresor*, 1996.
10. I Nyoman Pujawan, *Ekonomi Teknik*, 1995.

